

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**NÁVRH NA REKULTIVACI LOŽISKA ŠTĚRKOPÍSKŮ
RAČINĚVES PO UKONČENÍ DOBÝVÁNÍ – STUDIE**

**PROPOSAL FOR TARGET RECULTIVATION
OF RAČINĚVES GRAVELOUS SAND DEPOSIT
AFTER END OF MINING – STUDY**

diplomová práce

Autor:

Bc. Jitka Kamarýtová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Most 2010

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 20. 4. 2010

Bc. Jitka Kamarýtová

.....

Summary

In this dissertation I suggest an alternative approach for the maintenance and re-cultivation of a gravel sand deposit in Račiněves. Recently, there has been a great deal of discussion concerning the issues of new energy sources and the environmental impacts of power production. Thanks to its location, greatly affected by mining, the above mentioned place, is highly suitable for the construction of a photovoltaic power plant. In addition, the current state support of environmentally friendly power production gives advantageous conditions and necessary guarantees for financing such a plant. The proposed re-cultivation would be maximally beneficial for the land affected by mining from the environmental point of view, as well as bringing economic advantages in the future.

Keywords: maintenance, recultivation, energy, photovoltaic, environmentalism

Anotace

V této diplomové práci navrhuji další z možností konečné sanace a rekultivace ložiska štěrkopísků Račiněves. V současné době je velice aktuální otázka nových energetických zdrojů a ekologických dopadů výroby energie. Toto těžbou dotčené území je svojí polohou vhodné pro vybudování fotovoltaiické elektrárny. Současná státní podpora ekologické výroby elektrické energie nastavuje výhodné podmínky pro financování takového záměru, včetně potřebných garancí. Navrhovaná rekultivace by tak z ekologického hlediska maximálně zhodnotila území dotčené těžbou, a to spolu s ekonomickým přínosem do budoucna.

Klíčová slova: sanace, rekultivace, energie, fotovoltaiika, ekologie

OBSAH:

1	ÚVOD	1
	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	2
2	SOUČASNÝ STAV GEOGRAFICKÝCH, GEOLOGICKÝCH, DOBÝVACÍCH A ÚPRAVNICKÝCH POMĚRŮ LOŽISKA RAČINĚVES	3
2.1	Základní informace o geografii ložiska	3
2.2	Historie těžby	4
2.3	Geologie širšího okolí	6
2.4	Stručná geologická a hydrogeologická charakteristika ložiska	6
2.5	Stavy zásob, evidence	7
2.6	Plán likvidace lomu	7
3	NÁVRH NA SANACI A REKULTIVACI LOŽISKA ŠTĚRKOPÍSKŮ	9
3.1	Etapy rekultivační činnosti obecně	9
3.1.1	Etapa přípravná	9
3.1.2	Etapa důlně-technická	9
3.1.3	Etapa biotechnická	9
3.1.4	Etapa postrekultivační	10
3.2	Schválený plán sanace a rekultivace ložiska Račiněves	10
3.2.1	Technický plán	10
3.2.2	Technická rekultivace	12
3.2.3	Biologická rekultivace	14
3.2.4	Vynaložené prostředky na sanaci a rekultivaci	18
3.3	Možnosti cílové sanace a rekultivace obecně	18
3.3.1	Zemědělská rekultivace	18
3.3.2	Lesnické rekultivace	19
3.3.3	Vodní rekultivace	21
3.3.4	Ostatní rekultivace	22
3.4	Návrh nové závěrečné rekultivace ložiska Račiněves	23
3.4.1	Fotovoltaické elektrárny obecně	24
3.4.2	Fotovoltaická elektrárna - pískovna Račiněves	31
4	TECHNICKO – EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	46

4.1	Technické zhodnocení navrhovaného řešení.....	46
4.2	Ekologické zhodnocení navrhovaného řešení	47
4.3	Ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení	49
5	ZÁVĚR.....	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM TABULEK.....	54
	SEZNAM PŘÍLOH.....	55

SEZNAM ZKRATEK

Bpv	Balt po vyrovnání (výškový systém)
CCTV	Closed Circuit Television (kamerový zabezpečovací systém)
ČBÚ	Český báňský úřad
ČEA	Česká energetická agentura
ČGÚ	Český geologický ústav
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČNR	Česká národní rada
ČPHZ	Činnost prováděná hornickým způsobem
DP	Dobývací prostor
ERÚ	Energetický regulační úřad
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
FV	Fotovoltaika
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GPS	Global Positioning Systém
HR	Hlavní rozvaděč
JZD	Jednotné zemědělské družstvo
KKZ	Komise pro klasifikaci zásob
LPF	Lesnický pozemkový fond
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NN	Nízké napětí
OBÚ	Obvodní báňský úřad
POPD	Plán otvírky, přípravy a dobývání
PVGIS	Photovoltaic Geographical Information Systém
SaR	Sanace a rekultivace
SPSR	Souhrnný plán sanace a rekultivace
VN	Vysoké napětí
ZPF	Zemědělský půdní fond

1 ÚVOD

Povrchový způsob dobývání se projevuje zejména dopadem na krajinný ráz spolu s dalšími negativními jevy, které ovlivňují životní prostředí i samotnou ekologii nejen těženého území, ale také okolní oblasti. Hledání nových způsobů možného využití pozemků po ukončení těžby může vést k velmi přínosnému zhodnocení území pro budoucí generace. Obnova původní krajinné funkce vyžaduje vynaložení nemalých finančních prostředků těžební společnosti, která má zákonnou povinnost krajinu rekultivovat. To vše vede k důkladnému rozboru a hodnocení navrhovaných způsobů rekultivace a uplatňování nových aktuálních řešení, která by přinášela maximální užitek z ekonomického i ekologického hlediska. V této diplomové práci navrhuji nové efektivní využití pozemků po dokončení těžby na výhradním ložisku štěrkopísků Račiněves.



Obrázek 1: Pohled na pískovnu Račiněves

CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem práce je návrh vhodného způsobu rekultivace ložiska Račiněves po ukončení dobývání.

Jako dílčí cíl diplomové práce jsem si stanovila vytvoření ekonomické bilance nového návrhu rekultivace a zhodnocení přínosu této varianty pro životní prostředí.

2 SOUČASNÝ STAV GEOGRAFICKÝCH, GEOLOGICKÝCH, DOBÝVACÍCH A ÚPRAVNICKÝCH POMĚRŮ LOŽISKA RAČINĚVES

2.1 Základní informace o geografii ložiska

Ložisko štěrkopísků Račiněves leží v Ústeckém kraji v okrese Litoměřice v katastrálním území Račiněves asi 1 kilometr východně od stejnojmenné obce Račiněves. Je součástí regionu budovaného křídovými sedimenty, tj. spodnoturonskými slíny a slínovci, případně jílovci, které tvoří oblast na západ od mezinárodní komunikace I. třídy č. E55 v úseku mezi městy Terezín – Praha v průměrné nadmořské výšce 244 m n.m. (tato výška a všechny další výšky jsou uváděny ve výškovém systému Bpv). Ložisko neleží v žádné zóně chráněné krajinné oblasti, která by ztěžovala jeho vydobytí. Terén ložiska je rovinného charakteru, mírně svažité k jeho jižní části. Velkou výhodou je blízkost výše uvedené komunikace I. třídy a malá vzdálenost od měst Praha, Roudnice, Litoměřice, Terezín a Štětí [8].



Obrázek 2: Letecký snímek ložiska štěrkopísků Račiněves

2.2 Historie těžby

Pískovna Račiněves byla otevřena v sedmdesátých letech minulého století pro potřeby Okresní správy silnic Litoměřice jako zdroj materiálu pro opravy a posypy vozovek. Později, a to až do roku 1990 provozoval pískovnu Agrostav Litoměřice. V tomto roce byla pískovna transformována do společnosti COMPLETEA, spol. s r.o. Litoměřice. V roce 1995 vstoupila do společnosti bavorská firma Mertz, která byla vlastníkem až do konce roku 1999. Pískovna doznala změny názvu na MPC, spol. s r.o. Za její působnosti na ložisku byla postavena třídící linka Bräuer a současná administrativní budova. V roce 2000 zakoupila obchodní společnost MPC, spol. s r.o. firma KÁMEN Zbraslav, spol. s r.o., která jejím prostřednictvím dál prováděla těžební činnost a úpravu suroviny na výše jmenovaném strojním zařízení do konce roku 2002. V téže roce bylo toto strojní zařízení na mokrou úpravu kameniva prodáno. Celý úpravnický proces včetně kalových nádrží byl zlikvidován. V srpnu roku 2009 organizace MPC, spol. s r.o. fúzí zanikla a štěrkopískovnu provozuje společnost KÁMEN Zbraslav, spol. s r.o., která na ložisku prováděla až do konce roku 2009 hornickou činnost při dotěžení zásob ležících v dobývacím prostoru podle paragrafu 2 odstavce b), d), zákona 61/1988 Sb. ČNR o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě [15] s následným pokračováním hornické činnosti podle písmene c) výše citovaného zákona (zajišťování a likvidace důlních děl a lomů) [24].

V rámci likvidace lomu započaté 18. 3. 2008 byly prováděny práce vedoucí k zahlázení důsledků po těžební činnosti v souladu s plánem likvidace lomu v dobývacím prostoru Račiněves schváleného OBÚ Most pod č.j. 832/08 ze dne 18. 3. 2008. Území zahrnuté do tohoto plánu likvidace zasahovalo pouze do dobývacího prostoru Račiněves o jeho celkové výměře 26,0210 ha s úpravou svahů a dna lomu. Tyto úpravy lomu byly prováděny podle dokumentace „Souhrnný plán sanace a rekultivace pozemků dotčených těžbou“, která byla zpracována v únoru 1999 firmou TABERG PRAHA, s.r.o. a schválena v rámci souhlasu s vynětím pozemků ze ZPF odborem výkonu státní správy IV MŽP dne 2. 5. 2000 pod zn. 530/1129/99 – Če. Terén plata pískovny po těžbě je v úrovni 212 m n.m. Terén po provedení technické rekultivace je dnes v úrovni cca 213 až 214 m n.m. Hladina podzemní vody leží pod úrovní plata pískovny a do rekultivovaných ploch tudíž nezasahuje. V severovýchodní části dobývacího prostoru jsou ponechány tři prohlubně, do kterých by se měla stahovat srážková voda a které by měly sloužit pro reprodukci obojživelníků (požadavek ochrany přírody) [7], [9].

Technická rekultivace byla provedena na ploše cca 23,51 ha, z toho plocha o výměře cca 18,97 ha byla rekultivována na ornou půdu, plocha o výměře cca 4,54 ha byla zalesněna. Plocha ponechaných prohlubní v severovýchodní části dobývacího prostoru je cca 0,12 ha. V jižní části dobývacího prostoru v blízkosti administrativní budovy byla ponechána část plochy plata pískovny o výměře 2,39 ha dočasně bez provedení rekultivace. Tato plocha byla využívána jako plocha manipulační do poloviny roku 2009 při těžbě nevýhradního ložiska pro ukládání hotových výrobků. Její rekultivace na ornou půdu má být provedena později. V současné době je v jednotlivých etapách průběžně prováděna biologická rekultivace, která se řídí zásadami podle zákona ZPF a není již předmětem hornické činnosti [7].

V dnešní době zůstala zachována pouze semimobilní úpravna sestavená ze strojního zařízení pro suché třídění a mobilní úpravárenská linka EXTEC 5000 TURBO. Tyto úpravny v současné době plně vyhovují požadavkům na kvalitu výrobků požadovaných odběrateli [24]. V současné době je prováděna těžba v hranicích územního rozhodnutí činností prováděnou hornickým způsobem (dále jen ČPHZ) mezi jihovýchodní hranicí dobývacího prostoru Račiněves a jeho vrcholy 8, 9, 10, 11 a 1 a komunikací III. třídy z obce Račiněves ke křižovatce s mezinárodní komunikací č. E55 (vyznačeno v příloze č. 1). Území kde je současně ČPHZ prováděna se už netýká mnou navrhovaných rekultivačních prací. Vydobytý dobývací prostor Račiněves, jehož rekultivací se v této diplomové práci zabývám, má plošný rozsah 26,0210 ha a nachází se v katastrálním území Račiněves, okres Litoměřice v Ústeckém kraji.



Obrázek 3: Semimobilní úpravna a mobilní úpravárenská linka EXTEC 5000 TURBO

2.3 Geologie širšího okolí

Dobývací prostor Račiněves je součástí regionu budovaného křídovými sedimenty, tj. spodnoturonskými slíny a slínovci, případně jílovci, které tvoří oblast na západ od silnice I. třídy Praha – Terezín.

V nadloží křídových sedimentů se nachází poměrně rozsáhlé výskyty terasových sedimentů starého toku řeky Vltavy. Tyto sedimenty jsou tvořeny různými písky, štěrkopísky a štěrky o mocnosti 8 – 10 m a jsou uváděny pod názvem „terasa vinohradská“ [8].

2.4 Stručná geologická a hydrogeologická charakteristika ložiska

Geologické poměry v dobývacím prostoru Račiněves nevybočují z rámce celkového charakteru vinohradské terasy. DP Račiněves se nachází v katastru obce Račiněves cca 500 m východně, a to při severní straně silniční spojky mezi obcí Račiněves a silnicí I. třídy Praha – Terezín. Toto ložisko bylo exploatováno v minulosti místním národním výborem, JZD Straškov, okresní správou silnic a firmami Presta a Completa. Štěrkopísek těžený na lokalitě má kolísavý poměr mezi pískem a štěrkovými frakcemi. Písek má světle žlutohnědou barvu a nachází se v nadloží štěrkopísků. Je středně zrnitý, slabě jílovitý, valouny převážně křemenné až 6 – 7 mm veliké. Mocnost ložiska se pohybuje v rozmezí 8 – 10 m, přičemž v západní části dosahuje průměr 8,13 m. Střídání poloh písčitých se štěrkovými je nepravidelné. Nadloží je velice příznivé. Je tvořeno písčitou ornici o mocnosti 0,2 – 0,6 m, místy až 0,8 m. Ojedinele se vyskytují čočky jílem znečištěného štěrkopísku o mocnosti až 2,5 m, jinak se v písku nachází nevýrazná příměs jílových škodlivin.

Voda se na odkrytém ložisku nevyskytuje, s výjimkou dešťových srážek ve vytěžené části ložiska (cca 60 m²) orientovaných uprostřed DP. Toto je způsobeno vyplavenými jílovitými částicemi, které zkolmatizovaly povrchovou část. V ostatních částech ložiska dešťové srážky infiltrují do podloží. Štěrkopísek těžený v minulosti v dobývacím prostoru a dnes v hranicích územního rozhodnutí je vhodný pro betonářské účely. Slouží též jako příměs do maltovin. Je tříděn podle požadovaných frakcí. Terén v DP Račiněves má charakter mírného stoupání ve směru severozápadním a to od nadmořské výšky 220 m n.m. po 228 m n.m.

Zásoby na ložisku byly geologicky prověřovány několikrát. Naposledy provedl geologickou expertizu Dr. Vl. Klein, CSc. z ČGÚ. Tato expertiza se nachází v Geofondu a je uložena pod č. Fz – 5176 – E. Na základě této expertizy KKZ přehodnotila zásoby na ložisku a vydala výměr č. j. 1066-05/54-73 z 19. 11. 1973 Račiněves. Dle tohoto výměru bylo ložisko rozděleno na 3 bloky s celkovými zásobami 2,202 mil. m³ [8].

2.5 Stav zásob, evidence

Dle výměru č. j. 1066-05/54-73 z 19. 11. 1973 byly na výhradním ložisku štěrkopísku zásoby 2.202.000 m³. Do roku 1995 kdy bylo schváleno nové POPD rozhodnutím OBÚ v Mostě pod č. j. 1136/96 z 26. 3. 1996 byl úbytek těchto zásob těžbou k 1. 1. 1996 977.900 m³. Konečný stav zásob byl k výše uvedenému datu 1.224.100 m³. Veškeré tyto zásoby byly organizací MPC, spol. s r.o. vytěženy. Dle Ročního výkazu o pohybu a stavu zásob výhradních ložisek nerostných surovin (Geo (MŽP) V 3-01) MŽP za rok 2007 a Ročního výkazu báňsko-technických a provozních údajů (Hor (MPO) 1-01) Ministerstva průmyslu a obchodu z téhož roku [6] nebyly k 1. 1. 2007 ve státní bilanci zásob již žádné zásoby suroviny vykazovány [5], [6], [8].

Vzhledem k tomu, že na tomto výhradním ložisku štěrkopísku byly k 31. 12. 2006 veškeré zásoby v dobývacím prostoru Račiněves vydobyty, předložila organizace MPC, spol. s r.o. OBÚ v Mostě ke schválení plán likvidace lomu v souladu s vyhláškou ČBÚ č. 104/1988 Sb., o hospodárném využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem, ve znění pozdějších předpisů OBÚ v Mostě vydal dne 18. 3. 2008 rozhodnutí č. j. 832/08 ve smyslu § 2 odstavce c) zákona ČNR č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě v platném znění o provádění hornické činnosti v rámci likvidace lomu [7], [15].

2.6 Plán likvidace lomu

Důvodem likvidace lomu v dobývacím prostoru Račiněves bylo vydobytí veškerých zásob štěrkopísku zahrnutých do tohoto dobývacího prostoru a trvalé zastavení provozu [7].

Způsob likvidace lomu a opatření k zamezení nepříznivých vlivů na povrch

Vzhledem ke způsobu dobývání suroviny a průběžnému provádění sanačních a rekultivačních prací po celou dobu těžby nebyla potřeba žádných zvláštních opatření k zamezení nepříznivých vlivů na povrch v rámci výše uvedeného plánu provádět.

V plánu likvidace bylo schváleno, že po ukončení technické rekultivace bude v jednotlivých etapách průběžně prováděna rekultivace biologická, která se řídí zásadami podle zákona o ochraně ZPF a není již předmětem hornické činnosti. Z těchto důvodů organizace požádala OBÚ v Mostě o ukončení hornické činnosti v rámci likvidace lomu, která byla výše uvedeným úřadem po místním šetření 16. 12. 2009 ukončena k 23. 12. 2009 a tento provoz byl vyjmut z provozů dozorovaných orgány státní báňské správy v souladu se zákonem č. 61/1988 Sb. ČNR o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě v platném znění. Povinností organizace je nadále podání návrhu na zrušení dobývacího prosotru Račiněves v souladu s § 27 zákona č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) ve lhůtě stanovené ČBÚ obecně závazným právním předpisem [7].

3 NÁVRH NA SANACI A REKULTIVACI LOŽISKA ŠTĚRKOPÍSKŮ

3.1 Etapy rekultivační činnosti obecně

Na základě dlouholetých zkušeností se sanačními a rekultivačními pracemi byla uvedena do praxe řada technologických postupů a metod, které mají společné následující etapy v rekultivační činnosti :

3.1.1 Etapa přípravná

Tato etapa se v plné míře používá již v období otvirkových, přípravných a těžebních prací. Realizuje se především v pedologickém, geologickém a hydrogeologickém průzkumu nadložních hornin a zemin pro jejich vhodnost a využití k rekultivacím. Orientuje se v projekční činnosti a koncepci při vytváření vhodných podmínek pro další realizaci následných etap rekultivačního cyklu.

3.1.2 Etapa důlně-technická

Je to etapa, při níž se hornickou činností nebo činností prováděnou hornickým způsobem vytvářejí podmínky pro následnou formu rekultivace. Můžeme ji dále rozdělit do čtyř základních oblastí:

- a) průzkum nadložních hornin (znalost hornin v celém dobývacím prostoru)
- b) volba otvírky a dobývacího prostoru
- c) selektivní odklíz nadložních hornin
- d) umístění výsypek v krajině a jejich tvar

3.1.3 Etapa biotechnická

Navazuje na důlně-technickou etapu, zahrnuje skupinu prací technické povahy (terénní úpravy, návoz zúrodnitelných zemin, výstavba komunikací na rekultivovaných plochách, hydromeliorační, hydrotechnické a stabilitní úpravy) a skupinu biotechnických prací (tvorba zemědělských pozemků, založení lesnických porostů a kultur či hydrických rekultivací).

V současné době se provádí čtyři základní způsoby rekultivací:

- **zemědělská**
- **lesnická**
- **vodní**
- **ostatní**

3.1.4 Etapa postrekultivační

Postrekultivační etapa je obdobím po ukončení vlastní rekultivace a po zařazení rekultivovaných pozemků a ploch do běžného ošetřování a obhospodařování s tím, aby byla u produkčních zemědělských kultur zvýšena úrodnost a u lesních kultur se docílilo urychleného cílového stavu druhového zastoupení vybraných dřevin [4].

3.2 Schválený plán sanace a rekultivace ložiska Račíněves

3.2.1 Technický plán

Plošné dělení, zastoupení ZPF

SPSR zahrnuje dobývací prostor Račíněves s plošnou výměrou 26,0210 ha v katastrálním území Račíněves v okrese Litoměřice, na DP navazující plochu dřívější těžby, t. č. využívané pro úpravu suroviny o výměře 1,99 ha a prostor mezi DP a komunikací E55 o ploše 1,03 ha. Před započítáním těžby byla tato půda v DP vedena v ZPF ve výměře 24,8671 ha, zbývající plocha 1,1539 ha v kategorii ostatní plocha (dřívější těžba). Plocha starých zátěží 3,27 ha je tvořena ostatní plochou (1,35 ha) a zemědělskou půdou (1,92 ha), pásma mezi silnicí E55 a DP o výměře 1,03 ha je vedeno jako půda zemědělská [9].

Současný stav

Terén vytěžené oblasti je 7,5 – 8 m pod úrovní okolního terénu. Výškově na něj navazují upravené svahy (v oblasti probíhajících sanací a rekultivací), či těžební stěna se sklonem 1:1. Délka svahu v konečné úpravě činí 30 – 45 m, se sklonem 1:3,5 až 1:5. Úhrnná výměra rekultivovaných a částečně rekultivovaných ploch byla přepočtena na ideální rekultivovanou plochu dle délky cyklu. Původní plán sanace a rekultivace vypracovaný firmou TABERG PRAHA, s.r.o. v roce 1998 předpokládal, že vymezené

závěrné svahy o rozloze 5,2979 ha po obvodu DP budou zalesněny. Na ostatním území bude půda po rekultivaci navracena zpět do ZPF a následně využita jako orná půda nebo bude zatravněna a užívána jako pastvina [9].

Současný stav sanací a rekultivací

Mapa rekultivací v měřítku 1:2000, kterou vyhotovil hlavní důlní měřič Ing. V. Lux, obsahuje zakreslení hranice dobývacího prostoru Račiněves a barevně vyznačuje plochy jednotlivých způsobů rekultivace. Převzatá mapa rekultivací je přílohou č. 2 této práce. Plán sanace a rekultivace umožnil díky návozu inertních materiálů rekultivovat na zemědělský půdní fond i část závěrných svahů se sklonem do 8°. Tím se změnil podíl půdy rekultivované do LPF a ZPF ve prospěch rekultivace zpět na zemědělský půdní fond. Podíl lesnické rekultivace tvoří 5,6328 ha [1].

Tabulka 1: Stav sanací a rekultivací za rok 2009 [1]

Sanace a rekultivace celkem		26,0200 ha
V tom	zemědělské	20,2672 ha
	lesní	5,6328 ha
	vodní	0,1200 ha
	ostatní	0 ha

V severní části těžebny byl těžební prostor zavezen a vysvahován ve sklonu 1:10 až 1:20 (tj. 7° resp. 3°) tak, aby byl umožněn návrat veškeré zemědělské půdy zpět ZPF (na rozdíl od původního souhrnného plánu SaR, který počítal s lesnickou rekultivací závěrných svahů). Ve východní části pískovny bude po zalesnění vytvořen biokoridor v souladu se stanoviskem odboru životního prostředí. Západní svah vytěženého prostoru byl využit k rozšíření deficitních lesních ploch [9].

Jižní a JV část zájmového území směrem k obci Straškov je již z části zalesněna. Zde bude lesní kultura doplněna vhodnými stromy a keři. Stávající obslužná komunikace do pískovny bude ponechána jako účelová pro přístup na zemědělské pozemky v centrální části. Ve srovnání s okolními pozemky bude zemědělská půda ve středu zájmového území blíže k úrovni hladiny podzemní vody. Zalesnění po obvodu bude tvořit přirozenou ochranu území. I zde je využití zemědělské půdy možné v alternativách:

- A) Ovocný sad, vinice
- B) Orná půda [9]

Z hlediska cílového řešení lze rozlišit tyto typy ploch vně a uvnitř území:

1. Zemědělská půda na svahu s následným využitím jako

- Orná půda (sklon max. 7°)
- Ovocný sad, vinice

2. Biokoridor na svahu

3. Lesní půda na svahu, s využitím lesa

- Účelového (například rekreační les)
- K průmyslovému využití (těžba dřeva)

4. Zemědělská půda na rovinném terénu (po rekultivaci), s využitím

- Orná půda, pastvina
- Ovocný sad, vinice

Vymezené závěrné svahy o rozloze 5,6328 ha po obvodu DP jsou zalesněny. Na ostatním území o rozloze 20,2672 ha bude půda po rekultivaci navracena zpět do ZPF a následně využita jako orná půda nebo bude zatravněna a užívána jako pastvina. Ve srovnání s okolními pozemky bude zemědělská půda ve středu zájmového území blíže k úrovni hladiny podzemní vody (cca 1,5 m), což sníží přirozené vysychání půdy. Zalesnění po obvodu bude tvořit přirozenou ochranu území. Stávající obslužná komunikace bude ponechána jako účelová pro přístup na zemědělské pozemky v centrální části [9].

3.2.2 Technická rekultivace

Ekotechnická rekultivace

Jedná se o fázi mezi ukončením důlně-technické rekultivace a zahájením některé z forem biologické rekultivace. Ekotechnickou rekultivaci představoval návoz ornice (0,4 m resp. 0,5 m) a zúrodnění schopných zemin (0,5 m resp. 1,5 m). Naložení, převoz a rozprostření bylo prováděno z deponií uvnitř těžebny s odvozní vzdáleností do 500 m. Ekotechnická rekultivace byla prováděna na celé dotčené ploše. Technická rekultivace byla rozdílná na:

- a) přirozených těžebních svazích
- b) navezeném materiálu
- c) dně pískovny

V rámci zahlazování následků těžební činnosti byly zeminy určené k celkové úpravě terénu přemísťovány pouze v rámci areálu těžebny na vzdálenost 200 – 500 m s využitím lomové mechanizace [9].

Kubatury hmot byly uvažovány následovně:

Ú p r a v a d n a t ě ž e b n y - urovnání na celé ploše, dosypání do mocnosti 0,5 m.

Ú p r a v a s v a h ů t ě ž e b n y - hrnutí a svahování písků a štěrkopísků v objemu rovnajícimu se 30-50 % zemin, tvořících závěrný svah [9].

Technická rekultivace na těžebních svazích

Po předchozích úpravách svahu do konečné podoby byl proveden návoz podorničí (písčitých hlín a písků s příměsí jílovité a hlinité frakce) o mocnosti cca 0,5 m a návoz ornice o mocnosti 0,4 m. Pozornost byla věnována protierozním opatřením již v době provádění technické rekultivace [9].

Technická rekultivace na navezeném materiálu

Po předchozí úpravě svahu do konečné podoby byl proveden návoz podorničí (písčitých hlín a písků s příměsí jílovité a hlinité frakce) o mocnosti cca 1,5 m a návoz ornice o mocnosti 0,5 m. Pozornost byla věnována zejména protierozním opatřením při provádění technické rekultivace, zároveň byl dodržen dostatečný odstup mezi navezením podorničí a navezením ornice vzhledem k možnému sedání navážkového materiálu [9].

Technická rekultivace dna pískovny

Dno pískovny bylo zarovnáno hrubší frakcí v zamokřených místech a povrch urovnán. Po této úpravě dna pískovny do konečné podoby byl proveden návoz podorničí (písčitých hlín a písků s příměsí jílovité a hlinité frakce) o mocnosti cca 0,5 m a návoz ornice o mocnosti 0,4 m [9].

Bilance skryvek

Na ložisku se nachází dle průzkumu vrstva 0,5 m mocná zúrodněnischopných zemin. Tato vrstva relativně ostře nasedá na polohu štěrkopísků staršího günzu. Vzhledem k výše popsané situaci dále nerozlišujeme ornici a podorničí, ale hovoříme pouze o zúrodněnischopných zeminách (dále pouze zemina). Práce a následné uložení zemin na dělené deponie proběhly v souladu s §8 zák. č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského

půdního fondu. Veškeré zúrodněnischopné zeminy byly použity na zpětnou rekultivaci. Pro zjednodušení výpočtu bilance skrývek a rozdělení dle typu pozemku bylo použito dělení ploch dle vynětí ze ZPF ze dne 27. června 1997, č. j. 830/216/96 [9].

V pískovně Račiněves došlo následně k deficitu zúrodněnischopných zemin v celkovém objemu cca 13.350 m³. Tento deficit zapříčinila nutnost dodatečných rekultivací v oblasti těžby z let 1940 – 1970, kdy byly rekultivace provedeny nedostatečným způsobem nebo nebyly provedeny vůbec. Deficit zemin pro rekultivaci v pískovně Račiněves byl řešen dodavatelsky z jiných lokalit [9].

3.2.3 Biologická rekultivace

Biologická rekultivace je diferencována podle cílového stavu. U zemědělské se předpokládá tříletý cyklus, u lesnické výsadba s doplňováním následující rok a zajištěním kultur následujících pět let včetně jejich ochrany [9].

Rekultivace zemědělská

Rekultivace zemědělská je prováděna na plochách rovných nebo se sklonem do 5°. Předpokladem jejího zahájení byla ekotechnická rekultivace, tj. návoz podorničí, ornice s předchozí úpravou pláně. Cyklus zemědělské rekultivace je uvažován tříletý:

1. rok

Rozmetání vápenatých hnojiv

Rozmetání průmyslových hnojiv

Orba střední do 21,9 cm

Obdělávání pozemku vláčením

Obdělávání pozemku smykováním

Obdělávání půdy secím strojem

Obdělávání pozemku uválením

Sečení pícnin

Obdělávání pozemku zaoráním zeleného hnojiva

Hluboká orba

Kultivování a vláčení

Odstranění kamene sbíráním

Hnojení pozemku organickými hnojivy

2. rok

Obdělávání pozemku smykováním

Obdělávání pozemku vláčením

Rozmetání průmyslových hnojiv

Kultivování a vláčení

Obdělávání půdy secím strojem

Obdělávání pozemku uválením

Sečení pícnin

Obdělávání pozemku zaoráním zel. hnojiva

Hluboká orba

3. rok

Postup je shodný s druhým rokem [9].

Lesnická rekultivacePěstební péče o plochy lesnické rekultivace:

Pěstební péče byla navržena na období pěti let. Podle stavu porostů, vývoje klimatických podmínek a případných dalších okolností, které nelze v současné době specifikovat, bude interval pěstební péče upraven.

Pěstební péče zahrnuje :

1. rok – jaro

1 – výsev travní směsi (případně po předchozí přípravě půdy)

2 – základní výsadba dřevin – podzim

3 – ochrana proti okusu (*)

2. rok – jaro

1 – dosev travní směsi

2 – okopávka 2x

3 – vyžínání 1x - podzim

1 – ochrana proti okusu (*)

2 – dosadba uhynulých sazenic, předpokládané ztráty 15 %

3. rok

1 – přihnojení v dávce 5 dkg/sazenice

- 2 – vyžínání 2x
- 3 – okopávka 2x
- 4 – nátěr proti okusu (*)
- 5 – aplikace PVC spirály proti okusu
- 6 – dosadba uhynulých sazenic, předpokládané ztráty 10 %

4. rok

- 1 – vylepšení výsadby do 10 %
- 2 – vyžínání 2x
- 3 – okopávka 2x
- 4 – nátěr proti okusu (*)
- 5 – převěšení PVC spirál

5. rok

- 1 – hnojení (5dkg/sazenice)
 - 2 – vyžínání 2x
 - 3 – nátěr proti okusu (*)
 - 4 – na zimu tvarový ořez
- Doporučená revize porostů

(*) Pouze v případě zjištěného výskytu zvěře. Doporučuje se po třech letech používaný přípravek proti okusu změnit [9].

Ochranný zelený pás – lokální biokoridor

Vzhledem k potřebě urychleného vytvoření zapojeného porostu se provedla výsadba vzrostlých kontejnerovaných sazenic stromových dřevin ve sponu 3 x 3 m. Tato výsadba byla zahuštěna keři ve stejném sponu. Volné plochy byly zatravněny. Má-li výsadba dřevin převzít v krajině roli lokálního koridoru s potenciálním ekostabilizačním účinkem, je nezbytné ji zřídit v podobě co nejbližší přirozeně vzniklým útvarům s pestrou druhovou skladbou. Z těchto důvodů byly osázeny vysoké dřeviny s keři a travnatými plochami.

K výsadbě byly zvoleny druhy s velkou listovou plochou, ochlupenými listy a hustými korunami, kterým vyhovují půdní podmínky. Pro lepší účinnost zachycovat hluk a prach je vhodné kombinovat vyšší stromy s podrostem keřů, sahajícím až k zemi.

Účinnost je ještě vyšší, je-li v ochranném pásu pruh udržovaného trávníku. Minimální šíře biokoridoru je 15 - 20 m.

Druhové složení vychází z požadavku tvorby humusové vrstvy pro výsadbu prostokořenných dřevin a odpovídá sukcesím stádiím vývoje vegetace v dané lokalitě. Dále bylo nutné volit takové druhové složení, které by zamezovalo sesouvání svahů a tím zvyšovalo jeho stabilitu.

Pro stabilizaci svahu je nutné zajistit omezení přetížení v horní části svahu a řešení odtoku atmosférických srážek od odlučné plochy sesuvu. Bylo tedy třeba volit takové druhové složení, aby vytvářelo pomocí kořenového systému dostatečné zpevnění svahu.

Výsadbou smíšených porostů je dobře využít půdní prostor, protože kořenové systémy smíšených porostů pronikají do větších hloubek (ve srovnání s jedno- nebo max. dvoukruhovými porosty). Důvodem hlubokého pronikání kořenů ve smíšených porostech jsou konkurenční vztahy (vláha a živiny).

Lesní pásy a skupiny dřevin spolu s trvalými travními porosty poměrně významně ovlivňují hladinu spodní vody, protože stromy lesních pásů a skupin stromů vypařují vodu získanou z půdních zásob v zóně provzdušnění i ze zásob podzemní vody.

Výsadba stromů a keřů je v pásech a ve skupinách. Vychází z podmínek převládajících na dané lokalitě. Podle vlhkosti substrátu a svažitosti terénu, současně podle vlivu a rozvoje kořenového systému, jsou vytvořeny základní zóny s odpovídající druhovou skladbou dřevin [9].

Pro rekultivaci pískovny Račiněves byly rozhodnutím Okresního úřadu, referátu životního prostředí č. j. 1134/94/ŽP schváleny následující dřeviny :

Stromové patro:

D ř e v i n y h l a v n í – zastoupení 60 %:

Habr obecný (*Carpinus betulus* L.), Dub letní (*Quercus robur* L.), Dub zimní (*Quercus petraea* Liebl.), Borovice lesní (*Pinus silvestris* L.)

D ř e v i n y d o p l ň k o v é – zastoupení 25 %:

Topol osika (*Populus tremula* L.)

D ř e v i n y p ř í m ě r o v é – zastoupení 15 %:

Lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.), Lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), Pajasan žláznatý (*Cwilanthus altissima* Mill.), Modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.)

Keřové patro:

Dřeviny hlavní – zastoupení 60 %:

Hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna* Jacq.), Brslen bradavičnatý (*Euanymus verrucosa* Scap.), Trnka obecná (*Primus spinosa* L.)

Dřeviny doplňkové – zastoupení 25 %:

Růže šípková (*Rosa canina* L.)

Ptačí zob (*Ligustrum vulgare* L.)

Dřeviny příměrové – zastoupení 15 %:

Pámelník bílý (*Symphoricarpos albus* L.) [9].

3.2.4 Vynaložené prostředky na sanaci a rekultivaci

Čerpání prostředků započalo v roce 1997 a pokračovalo až do loňského roku 2009. Za toto období bylo organizací vynaloženo na sanaci a rekultivaci celkem 19 057 000,- Kč.

3.3 Možnosti cílové sanace a rekultivace obecně

V současnosti je možné provádět čtyři základní způsoby rekultivací. Volbu způsobů rekultivace ovlivňují ekologické a sociálně-ekonomické poměry. Sanace a rekultivace může mít různou koncepci. V některých případech je cílem návrat do původního stavu – obnovení původního reliéfu krajiny. Jindy směřuje cílová sanace spíše k novému využití území, ke vzniku nového krajinného prvku a tím ke vzniku nového reliéfu krajiny. Účelem sanací a rekultivací je vždy funkčně začlenit dobýváním dotčené pozemky zpět do krajiny. Konečná úprava území musí vycházet ze známých záměrů územně plánovací dokumentace a konkrétních místních podmínek [4].

3.3.1 Zemědělská rekultivace

Z hospodářského hlediska mají zemědělské rekultivace největší význam, protože těžba často zabírá původní, zemědělsky využívané plochy. K zemědělské rekultivaci je

vhodné využít devastované plochy, které navazují na stávající zemědělsky využívané území, při min. výměře 5 ha ve vhodném sklonu svahu v rozmezí 3 až 8 %. Tento způsob rekultivací je uplatňován především na náhorních plošinách výsypek a speciální formy (sady a vinice) i na vhodně situovaných svazích (dříve výhradně zalesňovaných).

V podstatě je možné dělat rekultivace tohoto typu dvěma způsoby. Buď s překryvem (nepřímá rekultivace), tedy navážkou úrodných zemin, nebo bez překryvu, přímým zúrodněním pozemků.

Zemědělský způsob nepřímé rekultivace je prakticky jediný způsob, kterým lze v poměrně krátkém časovém období získat předpoklady pro vytvoření nové zemědělské půdy s jejím intenzivním využíváním. Druhou cestou - přímé rekultivace - je možné jít, jen když jsou na povrchu výsypek vhodné zeminy, např. sprašové hlíny nebo jiné zeminy schopné zúrodnění.

Základem každé úspěšné zemědělské rekultivace je správná volba osevního postupu a správně provedená agrotechnika. Při nepřímé zemědělské rekultivaci jde o rychlé dosažení homogenity, tzn. spojení ornice s původní zeminou a obnovení biologické aktivity navezené ornice, která byla různě časově a dlouhodobě deponována. V osevním postupu je důležitou zásadou správné střídání plodin, přičemž v rekultivačních postupech musí převažovat plodiny zlepšující a strukturotvorné.

Pro tvorbu, udržování a zvyšování úrodnosti půdy mají dominantní úlohu **víceleté píceiny**. V rekultivačních osevních postupech mají důležité místo meziplodiny, které jsou pěstovány především na **zelené hnojení**. Tyto plodiny zabraňují zaplevelení, zlepšují fyzikální stav půdy obohacují půdu o organickou hmotu a živiny, především v prvních letech osevních postupů. Jedná se o jeteloviny, traviny, luskoviny a brukvovité plodiny.

Výsledkem zemědělské rekultivace není jen orná půda, ale patří sem i trvalé travní porosty, sady a vinice, zahrádkářské kolonie v okolí měst a výjimečně i pastviny [4].

3.3.2 Lesnické rekultivace

Vedle zemědělských způsobů je zalesňování základní metodou rekultivace. Jestliže pro produkci zemědělských plodin a ekonomickou návratnost mají největší význam zemědělské rekultivace, pak lesnické způsoby jsou cenné především v souvislostech

s prvořadým významem lesních porostů jakožto stabilizujících prvků v ekologických soustavách.

Při rekultivační tvorbě krajiny představují lesní porosty ekosystémy, které mají kladný vliv nejen na vlastní zalesněnou plochu, ale i na své okolí. V oblasti bývalé těžby vznikají zejména lesy účelové a v minimální míře i lesy produkční. Oba typy lesů se mohou i prolínat.

Lesy především zpevňují půdu, udržují vláhu a vytvářejí tak přirozenou zásobárnu vody v přírodě, chrání území před vodní a větrnou erozí. Velmi významná je schopnost zachycovat a zpomalovat pohyb poléťavého prachu. Zeleň tlumí hluk a vibrace.

Na městské aglomerace navazují lesy rekreační. Sadovnicko-parkovými úpravami vyrůstají lesoparky a parky přímo ve městech.

Lesní dřeviny nejsou tak náročné na kvalitu půdy, přesto je nutné rekultivované plochy vhodně biotechnicky upravovat. Byly vypracovány metody, jak zalesnit prakticky jakékoliv devastované území. Lesnické rekultivace jsou procesem dlouhodobým a vlastní zakládání lesních porostů je na výsypkách realizováno v postupných etapách:

- především je nutno vhodně upravit plochu před výsadbou;
- pečlivě vybrat vhodné druhy lesních keřů a stromů;
- určit vhodnou dobu výsadby vzhledem k biologickým vlastnostem výsadbového materiálu;
- pečlivě vysadit a zabezpečit další ošetřování kultur;
- sledovat zdravotní stav a provádět lesopěstební zásahy.

Výběr vhodných dřevin musí vycházet z celkových klimatických podmínek oblasti a mikroklimatu rekultivované plochy. Pro dosažení úspěchu je po základní výsadbě o lesnické rekultivace dále pečováno:

- doplňováním za uhynulé stromky (v širokém průměru 35 %);
- pěstební péčí – okopávkou, ožínáním, hnojením a podle potřeby i vápněním a v prvních letech zálivkou;
- ochranou sazenic – v kombinaci mechanických a chemických metod;
- výchovnými a pěstebními zásahy – plecí seče, prořezávky, tvarovací řez, vyvětvování [4].

3.3.3 Vodní rekultivace

Vodní rekultivace patří mezi nejobtížnější a zároveň mezi nejméně ujasněné části rekultivačního procesu. Také tento způsob rekultivace prodělal svůj vývoj. Starší plány zahrnovaly vodu jen jako pasivní prvek, vhodný k zakrytí částí lomů, k překrytí ploch nevyhovujících potřebám jiného způsobu rekultivace. Dnes se jako prvořadé jeví obnovení ekologicky účinného vodního režimu a vytvoření vodních zařízení k účinnému zadržení vody v krajině. Celou řadou vodních opatření lze řídit průtoky v přeložených nebo nově budovaných tocích, zajistit závlahy i odvodnění a využívat vody jako zdroje energie.

Stejně tak jako pro zemědělské a lesnické rekultivace je optimální i pro obnovu vodního režimu vytvořit podmínky již během těžby. Požadavkům hydrického způsobu rekultivace se přizpůsobuje především výsypkové hospodářství. Vodní nádrže jsou umísťovány ve zbytkových jamách lomů, poklesových kotlinách a na vhodně vybudovaných vnitřních a vnějších výsypkách. Stabilizovat vodní režim na výsypce je rozhodující i pro ostatní typy rekultivací. Některá hydrologická opatření (převody vody, přivaděče, vodní nádrže) jsou často budována za hranicemi rekultivovaného území. Vodní rekultivace trvá přibližně 5 až 10 let. Stejně jako u předchozích typů je nezbytně nutné jí věnovat odpovídající péči i v dalších letech.

Rekultivačně vzniklé vodní plochy mají funkce ekologické, retenční, akumulární, asanační, technicko-hospodářské, sportovně rekreační, rybářské a kombinované.

Soustava hydrických způsobů rekultivací má tyto hlavní cíle:

- dosáhnout harmonického vyvážení rekultivačně se tvořící krajiny, hodnotné z ekologických i sociálně ekonomických hledisek;
- napomáhat vzniku žádoucího stavu podzemních vod, hydropedologického režimu, mikroklimatu a mezoklimatu;
- podpořit asanační funkci hydrosféry zvyšováním samočisticích schopností, množství i kvality vodních toků i vodních ploch;
- vytvoření účinného systému ochrany území před záplavami;
- vytvoření kvalitní základny pro rekreaci, vodní sporty, sportovní rybolov;
- vytvoření předpokladů rozvoje rybníkářství;
- ve vztahu k okolním orografickým celkům vytvořit předpoklady pro hydroenergetické využití.

Vodní plochy tvoří charakteristický prvek nově vzniklé krajiny a zároveň podporují vznik biocenter, zlepšují a stabilizují klimatické poměry v místě samotném i nejbližším okolí. Významnou roli sehrávají vodní plochy rekultivovaných území i z pohledu estetiky krajiny [4].

3.3.4 Ostatní rekultivace

Mezi ostatní způsoby rekultivace lze zařadit zejména plochy, které nemají sloužit prioritně k hospodářskému účelu, ale slouží ke zvýšení biodiverzity krajiny a posílení systému ekologické stability (např. mokřady, remízky, slaniska apod.). Tyto plochy musí tvořit jen dílčí část každé kulturní krajiny a při krajinném plánování nezabírají rozhodující výměru, ale významně doplňují mozaiku krajinných prvků.

Samostatnou problematikou je výstavba pozemních objektů na rekultivovaných plochách. Ta souvisí s problematikou stability rekultivovaných terénů. Ne vždy je v dostatečné míře zaručena trvalá stabilita terénu tak, aby mohlo dojít k zahájení výstavby nadzemních objektů (budov, inženýrských či dopravních staveb).

Povrchovým dobýváním nerostných surovin dochází také k výrazné destrukci rekreačního potenciálu krajiny. Rekreace v hodnotném prostředí je stále aktuálnější složkou zdravého životního stylu. Značné množství těžbou devastovaných území se nalézají v bezprostřední blízkosti sídel, měst i velkých sídlišť, a proto je na těchto místech vhodné použít právě rekreační způsob rekultivace.

Kompozice rekultivovaného území věnovaného přednostně rekreačním účelům by měla vycházet z těchto zásad:

- krajina by neměla být příliš monotónní, ani členitá a přeplněná různorodými prvky;
- při estetické koncepci respektovat závažnou funkci výhledů a průhledů;
- mimořádnou pozornost věnovat vyvážené tvorbě okrajového efektu;
- dbát na prostorové uspořádání lesních celků; zvláště působivá je kombinace lesních porostů, skupin, řad, solitér a travnatých palouků;
- respektovat požadavky na vyváženou barevnost, při které by měly převládat barvy o střední délce slunečního spektra;

- vytvářet vhodné prostředí vybavené přírodní zvukovou hladinou, ve které dominuje šumění vegetace a ptačí zpěv, což spolu s barevným efektem působí uklidňujícím dojmem [4].

3.4 Návrh nové závěrečné rekultivace ložiska Račiněves

Původní záměr rekultivace na ornou půdu, který je schválen v platném Souhrnném plánu sanace a rekultivace ložiska štěrkopísků Račiněves, jsem pečlivě prostudovala a v zásadě bych s tímto způsobem rekultivace souhlasila. V současné době zde již probíhá biologická rekultivace, která se řídí zásadami podle zákona ZPF a není již předmětem hornické činnosti. Původní záměr rekultivace byl navržen v době, kdy nebyla tolik aktuálně řešena energetická situace naší země a okolí území dotčeného těžbou bylo využíváno převážně jako orná půda.

Hlavním cílem mé diplomové práce je návrh vhodného způsobu rekultivace ložiska štěrkopísků Račiněves po ukončení dobývání. Pro naplnění cíle mé práce jsem hledala takový způsob rekultivace, který zohledňuje aktuální dění v dané oblasti a reflektuje na požadavky dnešní doby.

Po důkladném zvážení všech možností lokality, která je otevřena k jihu po sluneční dráze a přístupu slunečních paprsků nebrání žádné překážky, navrhuji jako vhodné řešení hlavního cíle mé práce vybudování fotovoltaické elektrárny na ploše dna pískovny.

Vybudování nového ekologicky čistého zdroje energie je variantou konečné rekultivace, která bude více zhodnocovat pozemky dotčené těžbou a smysluplně využívat toto území. Poloha území je pro tento záměr výhodná i blízkostí velkých měst, kde se rozrůstají průmyslové zóny. V okolí lokality je v budoucnu uvažováno o vzniku průmyslové zóny a nově vybudovaná elektrárna by mohla částečně zajišťovat její spotřebu energie. Popřípadě může dát impuls novým podnikatelským záměrům, například vybudování nového sportovního areálu, aquaparku, s možností využití ekologické energie. K této myšlence mě přivedla také skutečnost, že na vytěženém území zůstávají funkční hydrovrty, které se používaly pro mokré úpravnictví a mají pro takový záměr dostatečný výkon. Takový projekt by řešil i v poslední době tolik diskutovanou otázku nárazového příjmu elektrické energie do sítě, která zapříčinila pozastavení některých velkých projektů FVE. Dalším přínosem pro budoucí možné využití je blízkost větších měst (Roudnice,

Litoměřice, Terezín, Štětí) a také dostupnost severní části Prahy.

V severovýchodní části území zůstane prostor, kde jsou ponechány tři prohlubně pro stahování podzemní vody, které budou dle požadavku ochrany přírody sloužit pro reprodukci obojživelníků. Provedená lesnická rekultivace po obvodu bude tvořit přirozenou přírodní hranici části území. Návrh umístění fotovoltaické elektrárny je zakreslen v mapové příloze č. 4 (Polohopisné schéma FVE). Pro názornou představu jsem zakreslila nové řešení také do ortofotomapy – viz příloha č. 5 této práce.

3.4.1 Fotovoltaické elektrárny obecně

Výhody solární energie

Sluneční energie může vyrábět elektrickou energii po celou dobu slunečního svitu. Nepůsobí rušivě ani hlukem, ani uvolňováním exhalací, nedevastuje půdu odebráním tepla jako je tomu u tepelných čerpadel, ani nemění klima oblastí jako je tomu při výstavbě vodních děl. Při použití vhodných konstrukcí pro montáž solárních panelů je možné toto území používat jako pastvinu. Výroba solární elektřiny není zásadně ovlivněna silou dopadající sluneční energie a je závislá jen na počtu slunečných hodin [32].



Obrázek 5: Pozemky mohou být využívány jako pastvina

Vhodné pozemky

Základním předpokladem je blízkost sítě VN. Ideální je pokud vedení VN probíhá přímo přes zamýšlené pozemky ke stavbě. Parcela by měla být v rovině, případně svažita směrem k jihu. Ideálním tvarem pozemku je čtverec či obdélník nebo tvar jím blízký, který vytváří souvislý celek. Pro zřízení elektrárny je nutná volná konektivita [32].

Státem garantované ceny a výhodné podmínky podporující vznik FV elektrárny

- ❖ K významnému rozvoji fotovoltaiky v ČR přispěl **zákon č. 180/2005 Sb.** o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Z tohoto zákona vyplývá povinnost pro provozovatele přenosové soustavy nebo distribuční soustavy připojit fotovoltaický systém do přenosové soustavy a veškerou vyrobenou energii vykoupit. Jeho hlavním přínosem by mělo být:
 - stabilizování podnikatelského prostředí v oblasti obnovitelných zdrojů energie
 - zajištění trvalého zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie na spotřebě primárních energetických zdrojů
 - přispění k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti
 - vytvoření podmínek pro naplnění závazného cíle 8% podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé domácí spotřebě elektřiny v ČR k roku 2010. A dále vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010 [34].
- ❖ **Zákon č. 458/2000 Sb.** Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon) [34].
- ❖ **Vyhláška č. 150/2007 Sb.**, § 2 odst. 11, říká, že výkupní ceny jsou uplatňovány po dobu životnosti výroben elektřiny. Po dobu životnosti výrobní elektřiny, zařazené do příslušné kategorie podle druhu využívaného obnovitelného zdroje a data uvedení do provozu, se výkupní ceny meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců minimálně o 2 % a maximálně o 4 %, s výjimkou výroben spalujících biomasu a bioplyn [34].
- ❖ **Vyhláška 475/2005 Sb.** a její novelizace vyhláškou č. 364/2007 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých

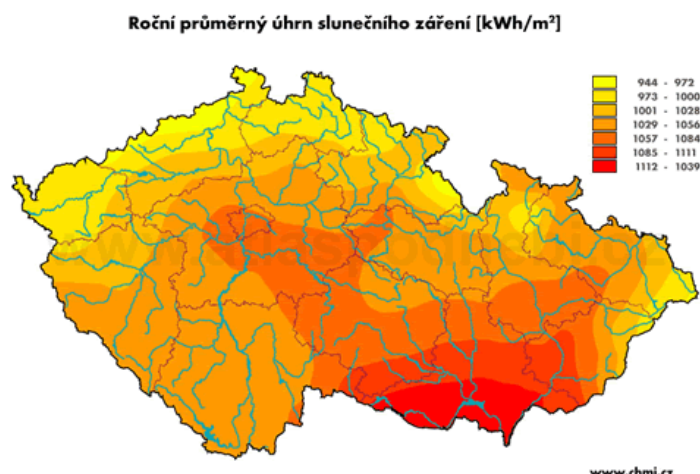
zákonů. Novelizace vyhlášky přináší změnu indikativních hodnot technických a ekonomických parametrů, především ve smyslu předpokládané životnosti fotovoltaické elektrárny, která se z původních 15 let zvyšuje na 20 let. Garantovaný výkup po dobu 20 let [34].

- ❖ **Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu (ERÚ) č. 5/2009** - každý rok stanovuje ERÚ hodnotu výkupních cen a zelených bonusů pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů. Pro rok 2010 je platné **rozhodnutí č. 5/2009**, které stanovuje výkupní cenu pro fotovoltaiku takto: cena za 1 kWh je stanovena na 12,15 Kč /+DPH/ (Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010.) [34]
- ❖ **Osvobození od daně z příjmu 5+1 rok - zákon: č. 586/1992 Sb.**, část první - Daň z příjmu fyzických osob, § 4 Osvobození od daně, odstavec 1) oddíl e), který říká, že příjmy z provozu obnovitelných zdrojů energie jsou osvobozeny od daně z příjmů, a to v roce uvedení do provozu plus následujících 5 let [34].
- ❖ **Zelený bonus** - finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny, která zohledňuje snížené poškození životního prostředí využitím obnovitelného zdroje. Tento způsob je vhodný tam, kde dovede výrobce vyrobenou energii současně (alespoň z části) spotřebovat [27].

Podmínky státních garancí a dotací se neustále mění a je nutné sledovat jejich aktuální vývoj. Jsou důležitým ukazatelem pro výpočet návratnosti vložené investice. V posledních letech jsou tyto podmínky pro investora velice příznivé a činí z takového záměru výhodnou ekonomickou investici s ekologickým přínosem.

Sluneční svit v ČR

Česká republika není optimálně položena co se týče dopadu slunečního záření, ale i přesto se jedná o velmi vhodnou lokalitu k výstavbě slunečních elektráren. Za vše mluví čísla. Minimální svítivost na území České republiky se pohybuje od 950 kWh/m² a maximální svítivost se pohybuje kolem 1.250 - 1.300 kWh/m² [30].



Obrázek 6: Roční úhrn slunečního záření [30]

Fotovoltaická elektrárna

Fotovoltaická elektrárna je soubor menšího či většího počtu solárních panelů, střídačů, podpůrných a jistících prvků, konstrukčních prvků a kabeláže. Solární elektrárny se liší především svým výkonem, jinak se většinou jedná o stejný princip - energie vyrobená dopadem slunce na fotovoltaické panely se přemění ve střídačích na střídavé veličiny a poté je předána do rozvodné elektrické sítě o kmitočtu 50 Hz [26].

Fotovoltaické panely

Fotovoltaické panely slouží k výrobě elektřiny. Jejich schopnost přeměňovat sluneční záření na elektrickou energii je založena na tzv. fotovoltaickém jevu. Základním prvkem každého panelu jsou pak solární (nebo také fotovoltaické) články. Jedná se o plochou polovodičovou součástku, na které při dopadu slunečního záření dochází k uvolňování elektronů, což produkuje napětí 0,6 - 0,7 V. V polovodiči tedy vznikají volné elektrické náboje, které jsou již jako elektrická energie odváděny ze solárního článku přes regulátor do akumulátoru, ke spotřebiči nebo do rozvodné sítě.

Nejvíce rozšířeny jsou dnes fotovoltaické solární články na bázi křemíku, neboť křemík je nejen hojně zastoupen v zemské kůře (je druhým nejrozšířenějším prvkem vůbec), ale je i nejlépe prozkoumaným polovodičem.

Fotovoltaický sluneční panel je tedy tvořen množstvím článků, které jsou na sebe napojeny letovanými spoji. Články navíc tvoří z vrchu krycí plocha, ze spodů pak pevná deska. Materiál, ze kterého je vyrobena horní krycí plocha, samozřejmě významně ovlivňuje ztráty, především odrazem. Proto je důležité, aby použitý materiál dosahoval vysoké účinnosti pohlcení slunečního svitu a zároveň poskytoval ochranu před nepříznivými přírodními jevy (krupobití aj.) [29].

Dle typu solárních článků lze fotovoltaické sluneční panely rozdělit na:

- **monokrystalické panely** – skládají se z jediného krystalu
- **polykrystalické panely** – z mnoha různě orientovaných krystalů
- **amorfní panely** – základem je amorfni křemíková vrstva [29].

Panely s monokrystalickými články

Solární panely s monokrystalickými články jsou v našich podmínkách používané nejvíce. Krystaly křemíku jsou větší než 10 cm a vyrábí se na bázi chemického procesu - tažením roztaveného křemíku ve formě tyčí o průměru až 300 mm. Ty se poté rozřežou na tenké plátky, tzv. podložky. Účinnost těchto článků se pohybuje v rozmezí 13 až 17 % (při přímém záření jsou o něco výkonnější než polykrystalické panely) [29].

Solární panely s polykrystalickými články

Základem je, stejně jako u monokrystalických panelů, křemíková podložka s tím rozdílem, že solární články se skládají z většího počtu menších polykrystalů. Účinnost polykrystalických článků se pohybuje od 12 do 14 % (výjimečně až 16 %). Jejich výroba je v porovnání s monokrystalickými panely mnohem jednodušší, tedy i levnější a rychlejší (proti monokrystalickým panelům jsou výkonnější při nepřímém záření, když je zataženo) [29].

Solární panely s amorfními články

Základem amorfních slunečních panelů je napařovaná křemíková vrstva. Ta je v tenké vrstvě nanесena na sklo nebo fólii. Účinnost těchto článků je poněkud nižší, pohybuje se v rozmezí 7 až 9 %. Pro dosažení daného výkonu je potřeba 2,5x větší plochy, než kolik by bylo potřeba při použití mono nebo polykrystalických modulů. Celoroční

výnos je ovšem o 10 % vyšší. Tyto typy článků patří dnes na trhu k nejlevnějším a výhodné jsou především tam, kde investor není omezen prostorem [29].

Velikosti FV panelů jsou různé dle výrobců. Obecně lze říci, že aby byla dobrá manipulovatelnost s panelem při instalaci systému, měla by být plocha panelu menší než 2 m². Všechny články či panely dodávají stejnosměrné veličiny, tedy stejnosměrné napětí, stejnosměrný proud.

Dle typu využití lze fotovoltaické solární systémy rozdělit na:

- **ostrovní solární systémy** – jedná se o fotovoltaické sluneční systémy, které nejsou napojeny na rozvodnou síť. Těmi se dále zabývat nebudeme.
- **solární systémy zapojené do sítě** – jedná se o fotovoltaické sluneční systémy, jejichž vyprodukovaná energie je dodávána do rozvodné sítě
- **solární systémy zapojené do sítě za využití tzv. zeleného bonusu** – zajímavé v případě většího spotřebovávání vyrobené energie [29].

Solární systémy zapojené do sítě

Oproti ostrovním solárním systémům mají sluneční systémy zapojené do veřejné sítě tu výhodu, že v době, kdy vyrábí fotovoltaický systém přebytek energie, může ji dodávat do sítě. Naopak v době nedostatku vlastního výkonu lze energii odebírat z rozvodné sítě. Při dodávání do rozvodné sítě se stejnosměrné napětí, které produkují fotovoltaické panely a kolektory, musí přeměnit na napětí střídavé. Pro tyto účely je nutné zapojit do systému měnič napětí [29].

Připojení na síť samostatnou přípojkou

Jedná se o způsob připojení vhodný spíše u větších instalací především všude tam, kde elektrárna je postavena pouze za účelem dodávky do rozvodné sítě. Výhoda této varianty je ve vyšší výkupní ceně za jednu dodanou kWh [26].

Připojení na síť za využití zeleného bonusu

Tento způsob je vhodný tam, kde dovede výrobce vyrobenou energii současně alespoň z části spotřebovat. Nevýhodou je cca o korunu nižší výkupní cena za 1 kWh. Nevýhoda nižší výkupní ceny je zajímavě kompenzována faktem, že v okamžiku, kdy výrobní elektrinu vyrábí, máte výkon výroby k dispozici zcela zdarma - tedy když

vyrábíte a současně spotřebováváte, tak spotřebovanou energii neplatíte svým běžným tarifem (např. 3,- Kč za kWh), ale máte ji zcela zdarma. Pokud bude výkon elektrárny nižší, než Váš odběr, je způsob využití zeleného bonusu zajímavější variantou než samostatné připojení. Distributor el. energie má zákonem danou povinnost uhradit každou vyrobenou kWh. Měření proto probíhá na dvou elektroměrech - jeden je těsně u zdroje (tedy střídače) a druhý je elektroměr přípojky tzv. čtyřkvadrantní, který dovede počítat jak energii odběrným místem dodanou, tak spotřebovanou [26].

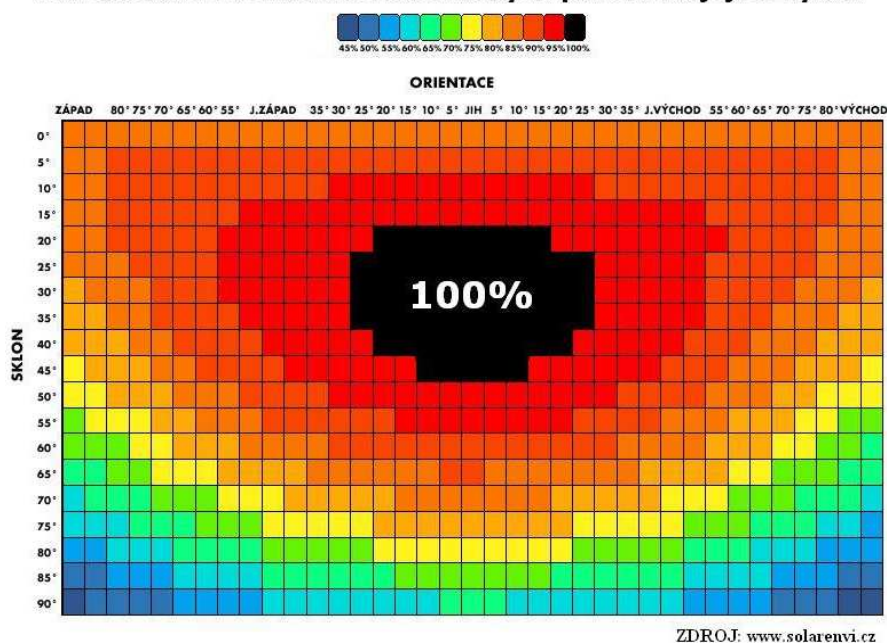
Umístění fotovoltaických panelů

Jako ideální je uváděn jižní směr s maximálním odklonem 10 - 15° na západ. Slunečnímu záření nesmí nic bránit v tom, aby paprsky dopadaly na panely. Sklon panelů bývá udáván mezi 30 - 35° od vodorovné roviny [26].

Systémy uchycení panelů:

- natáčecí systémy (vyšší výkon, ale vyšší pořizovací náklady, natáčecí mechanismy jsou náchylné na mechanické poškození, potřebují pravidelnou údržbu)
- statické systémy (z hlediska nulové údržby a nulových provozních nákladů jsou doporučovány statické systémy) [26]

Vliv orientace a sklonu fotovoltaických panelů na jejich výkon



Obrázek 7: Orientace a sklon FV panelů mají vliv na jejich výkon [26]

3.4.2 Fotovoltaická elektrárna - pískovna Račiněves

Část rekultivovaného území je pro vybudování fotovoltaické elektrárny vhodná nejen tvarem pozemku a množstvím dopadajícího slunečního záření, ale také možností napojení na stávající VN v těsné blízkosti.

Polohopis: Nadmořská výška: 216 m n.m., GPS: Loc: 50°22'24" North, 14°14'9"East



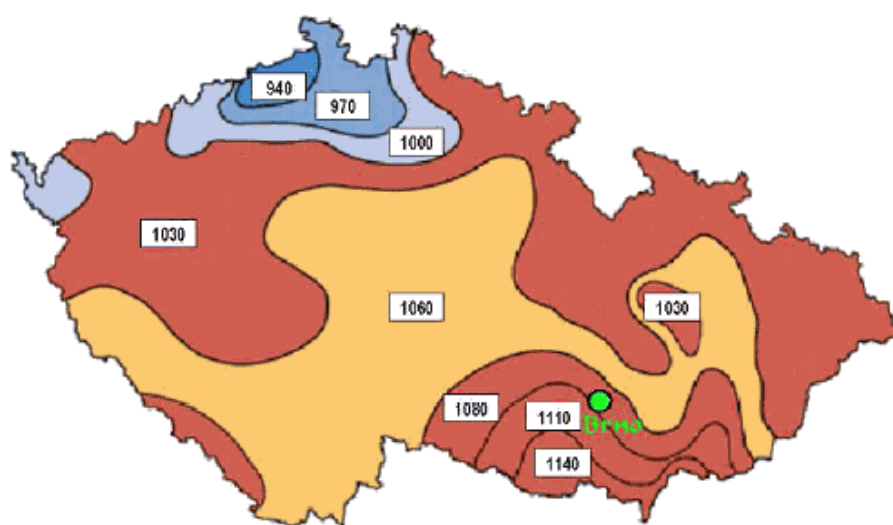
Obrázek 8: Mapka lokality výstavby FVE

Příprava území

Průběžným prováděním sanačních a rekultivačních prací v tomto území jsou zde nyní nastaveny podmínky pro provádění biologické rekultivace. V území je tedy již navezena ornice. Fotovoltaický systém je navržen jako stavba dočasná na dobu životnosti systému 25 let. Půda je dočasně (na dobu 25 let) vyjmuta ze ZPF. Vhodně použité konstrukce nebrání vzrůstu trvalého travního porostu a území může být využíváno například jako pastvina pro ovce. Konkrétní typ konstrukce musí být určen na základě geostatického průzkumu a musí splňovat požadavky na statiku při zachování ekonomické výhodnosti. Využití pozemků pod FVE pro pastvu ovcí řeší efektivně údržbu travního porostu. V takovém případě je vhodné umístit FV panely do výšky, která nebrání ovčím ve volném pohybu.

Energetická analýza prostředí stavby

Pro analýzu prostředí stavby byly použity údaje ČHMÚ a Atlasu podnebí ČR. Na množství dopadajícího slunečního záření v konkrétní lokalitě závisí množství energie, kterou dokáže FVE vyrobit. Průměrné hodnoty energie v kWh dopadajícího slunečního záření za rok na 1 m² horizontálního povrchu ukazuje obrázek 9 (viz níže). Pro upřesnění dat byl použit systém PVGIS, který na základě GPS údajů odhaduje roční výrobu elektrické energie – nejdůležitější parametr pro výpočet ekonomické bilance [28].



Obrázek 9: Průměrné hodnoty energie v kWh dopadajícího slunečního záření za rok na 1 m² horizontálního povrchu (na základě ČHMÚ)

Tabulka 2: Teoretické bilance výhodnosti polohy FV panelů [16]

orientace plochy	dopadající solární energie na m ² rok ⁻¹
svislá plocha – orientace jih	700 kWh
vodorovná plocha	850 kWh
šikmá – sklon 20° až 60° - orientace jih	1000 kWh

Tabulka 3: Energie globálního záření na povrch (kWhm⁻²rok⁻¹) v ČR [16]

	horizontální	vertikální	optimálně nakloněný
minimum	980	768	1115
průměr	1033	800	1169
maximum	1117	858	1267

Tabulka 4: Elektřina vyrobená FV moduly ($kWh\ rok^{-1}$ pro $1kWp$) s náklonem v ČR [16]

	horizontální	vertikální	optimálně nakloněný
minimum	750	569	839
průměr	782	609	880
maximum	840	652	948

Tabulka 5: Energie globálního záření na povrch ($kWhm^{-2}rok^{-1}$)- Ústecký kraj [16]

	horizontální	vertikální	optimálně nakloněný
minimum	980	768	1115
průměr	1001	784	1135
maximum	1014	799	1145

Tabulka 6: Elektřina vyrobená FV moduly ($kWh\ rok^{-1}$ pro $1kWp$) s náklonem – Ústecký kraj [16]

	horizontální	vertikální	optimálně nakloněný
minimum	747	575	839
průměr	758	596	855
maximum	767	612	866

Tabulka 7: Základní údaje pro využívání sluneční energie [16]

Sluneční konstanta	$1\,367\, Wm^{-2}$
Celková dopadající energie na vodorovnou plochu	$950 - 1150\, kWhm^{-2}rok^{-1}$
Maximální dopadající sluneční energie v létě	$4,5\, až\, 8\, kWhm^{-2}den^{-1}$
Střední dopadající sluneční energie v zimě	$0,75\, kWhm^{-2}den^{-1}$
Účinnost běžných fotovoltaických slunečních panelů (dle technologie výrobce, umístění a využití)	14 – 18 %

Tabulka 8: Sklon a orientace panelů [16]

Optimální orientace FV panelů	jih - jihozápad
Vyhovující orientace FV panelů	jih - jihovýchod
Maximální výkon FV panelů	kolem 14. hodiny
Optimální sklon pro letní provoz	cca 30° od vodorovné roviny
Optimální sklon pro celoroční provoz	$34^{\circ}-35^{\circ}$
Optimální sklon pro zimní provoz	cca $60^{\circ} - 75^{\circ}$

Tabulka 9: Optimální sklony panelů pro jednotlivé měsíce [16]

Měsíc	Max. úhel slunce	Sklon panelů od	Difuzní/globální
Leden	19	64	0,69
Únor	27	57	0,63
Březen	38	45	0,61
Duben	50	31	0,56
Květen	59	20	0,54
Červen	63	13	0,57
Červenec	61	17	0,53
Srpen	54	27	0,54
Září	43	41	0,56
Říjen	32	55	0,56
Listopad	22	61	0,69
Prosinec	17	64	0,75
Průměr roční	40,4	41,25	0,60
Průměr 04 – 09	55,0	24,8	0,55
Průměr letní (05-08)	59,3	19,3	0,55
Průměr zimní (01-04 + 09-12)	31,0	52,3	0,63

JEDNOTLIVÉ KONFIGURAČNÍ SESTAVY FVE / TOPOLOGIE NAVRŽENÉ TECHNOLOGIE:

Počet FV panelů ALEO S18/225 26 634 ks
 3 x 23 ks FV panelů (225 Wp/ks) na jeden měnič o výkonu: 15,525 kWp
 Počet měničů SINVERT PVM 17 386 ks

Celkem sestava:

26634 ks FV panelů výkonové třídy 225W

Instalovaný výkon (DC strana): P = 5992,65 kWp

TECHNICKÉ ÚDAJE PŘEDPOKLÁDANÝCH FV PANELŮ

Tabulka 10: Elektrická data použitých fotovoltaických panelů ALEO S18/225 [19]

Maximální výkon	225 Wp
Napětí systémové U	1000 V DC
Napětí naprázdno U_{oc}	36,40 V
Optimální napětí U_{mpp} (v bodě maximálního výkonu)	28,90 V
Maximální proud nakrátko I_{sc}	8,34 A
Optimální proud I_{mpp}	7,78 A
Garance výkonu na 12 let	max. pokles na 90 %
Garance výkonu na 25 let	max. pokles na 80 %
Účinnost celého panelu	13,7 %
Operační teplota	-40°C až +85°C
Vyrobeno (certifikováno) dle	IEC 61215, EN 61730
Záruka na kvalitu	5 let

Tabulka 11: Dimenze použitých FV panelů [19]

Výška v rámu	1 660 mm
Šířka v rámu	990 mm
Hloubka	50 mm
Hmotnost panelu	21 kg
Plocha jednoho panelu	1,643 m ²
Použité sklo FV panelů	ESG, speciální sklo s antireflexní nanovrstvou (zvýšení energetického zisku mezi 3 – 5 %)
Zapojení panelů	Sérioparalelní
Uvažovaný sklon panelů	orientace jih - odklon 0°, sklon od horizontální roviny 30°
Uvažovaný počet solárních panelů	26634 ks
Uvažovaná celková plocha FVE	43759,66 m ²



Obrázek 10: FV panely ALEO S18/225



Obrázek 11: FV panely ALEO S18/225 na konstrukci

Fotovoltaické panely jsou upevněny na systémové statické hliníkové konstrukci. Fotovoltaická pole jsou řazena v sekcích, které si nebudou během celého dne vzájemně stínit ani v období, kdy je slunce nad horizontem nejnižší.

Každé fotovoltaické pole bude svedeno kabely do jednotlivých sdružujících svorkovnicových skříní.

Střídače 1DC/3AC:

Obecné požadavky na napěťové měniče:

- splňovat požadavky EMC (elektromagnetická kompatibilita)
- přeměna musí být provedena s velice dobrou účinností (95–96 %)
- plně automatický provoz
- snadná kontrola stavu
- musí zajišťovat trvale bezpečný provoz
- minimální klidový odběr v nezatíženém stavu

Požadavky na vstupní straně:

- měnič musí být schopen pracovat v rozsahu kolísání napětí
- měnič musí být odolný proti přepólování vstupních svorek
- odolnost proti přepětí na vstupu měniče

Požadavky na výstupní straně:

- průběh výstupního proudu musí odpovídat požadavkům pro přenos do distribučních sítí (je požadována stabilita velikosti napětí a kmitočtu)
- průběh výstupního proudu musí odpovídat jeho konkrétnímu zapojení do systému
- měnič musí snést krátkodobé přetížení – až 1,5 násobek jmenovitého výkonu
- měnič musí být odolný proti zkratu (dimenze na zkratový výkon systému a nadřazené distribuční soustavy)

Získaný výkon z jednotlivých sestav FV panelů bude ze stejnosměrného napětí transformován střídači (invertory) na třífázové střídavé napětí 3x230V, 50Hz, které bude automaticky přes rozvaděče RAC nafázováno k síti (fázím L1, L2 a L3) napojením do hlavního rozvaděče trafostanice HR.

Nafázování bude zajišťováno jednotlivými střídači, které zároveň zajišťují vlastní automatické odpojení v případě ztráty napětí, tj. nedodávají do sítě žádné (nebezpečné) napětí v případě výpadku hlavní napájecí sítě NN.

Elektrická energie vyrobená fotovoltaickými panely bude dodávána přes tyto střídače-měníče do rozvaděče sítě 0,4kV NN a následnou transformací bude převedena na hladinu 6kV. V těchto síťových systémech nedochází k akumulaci elektrické energie.

Střídače/invertory:

V navrženém FV systému zajišťují přímou dodávku vyrobené solární elektřiny nařazováním na síť 400V, 50Hz. Celý návrh systému jednotlivých sekcí se střídači bude předmětem případné projektové dokumentace. Střídače jsou vybaveny bezpečnostní ochranou, která automaticky odpojí fotovoltaický generátor od sítě v případě odchylek sledovaných parametrů od mezí normovaných hodnot. Střídače obsahují datovou kartu (datový vstup/výstup RS 485) pro komunikaci s datalogerem (sběr dat ze střídačů).

Parametry mikroprocesorových měničů/střídačů:

Tabulka 12: Střídač (měnič napětí) typ SINVERT PVM 17 [23]

Vstupní DC napětí max. U_{vst}	1000 V
MPPT DC napětí max. U_{MPP}	525-850 V
Frekvence	50 Hz / $\pm 4,5$ Hz
MAX. vstupní DC proud I_{maxt}	32 A
MAX. výstupní AC proud I_{ACmaxt}	25 A
Výstupní výkon jmenovitý P_n	16500 W
Výstupní AC výkon max. P_{max}	16500 W
Účinnost MAXIMÁLNÍ η_{max}	98,0%
Účinnost ETA η EURO /* (evropská - průměrná)	97,7%
Výstupní napětí 50 Hz $U_{výst}$	3AC 400 V
Účinník $\cos(\phi)$	1 (0,9i – 0,9c)
Krytí dle DIN EN 60529	IP 65
Vlastní spotřeba noční	0,5W
Datový výstup	RS 485
Rozměry h x š x v	530x600x265 mm
Operační teploty	-25°C až + 55°C
Topologie	beztransformátorový střídač
Váha	40 kg
Počet	300 ks



Obrázek 12: Střídač (měnič napětí) typ SINVERT PVM 17[23]

Vestavěné ochrany v použitých střídačích PVM:

DC-odpojovač (disconnection switch)

DC-ochrana přepětí (surge protection)

AC-ochrana přepětí (surge protection)

AC-ochrana sítě (network protection)

Poznámka: /* Evropě se zjišťuje takzvaná **evropská účinnost**, která se z účinností při 5, 10, 20, 30, 50 a 100 procentech jmenovitého výkonu vypočítává jako vážený průměr odpovídající poměrům slunečního ozáření ve střední Evropě. Tato účinnost pak udává střední účinnost v ročním průměru, kterou střídač dosahuje ve střeoevropských fotovoltaických instalacích [33]. Díky vysoké účinnosti a neobyčejně výhodné specifické ceně jsou tyto měniče charakterizovány extrémně krátkou dobou návratnosti.

Měniče jsou vybaveny systémem pasivního chlazení, který není náchylný na prašnost prostředí a jiné mechanické příčiny poruch přídavných ventilátorů a umožňuje provoz bez ztráty výkonu až do 45°C okolní teploty. Po stránce bezpečnosti přitom nedochází k žádným kompromisům. Vzhledem k vyráběné výkonové řadě lze flexibilně realizovat větší i rozsáhlé FVE s efektem modulového skládání po dílčích celcích. Těmito menšími sekcemi dochází synergicky k úspoře na dimenzích a tím i ceně sdružujících kabelových systémů a také k eliminaci výpadu produkce elektrické energie (výroby), kdy

při výpadku dochází k odpojení jen dílčí, relativně malé smyčky a ne velké sekce např. 300kW [33].

Technické řešení:

Jedná se o decentralizovaný systém s třífázovými měniči. Výhodou tohoto systému je, že v případě výpadku měniče dojde k minimální ztrátě ve výrobě oproti systémům s centrálními měniči. Instalované FV panely budou rozděleny do 5 sekcí.

Každá z těchto sekcí bude vybavena samostatnou kioskovou trafostanicí o výkonu 1200 kVA. Trafostanice budou vybaveny nízkoztrátovými transformátory a budou napojeny vysokonapěťovým kabelem do předpokládaného přípojovacího místa ČEZ distribuce 22kV po úpravách navržených technickou dokumentací. Zde bude využita nová trafostanice 6/22 kV a dále zde bude instalováno měření a vystrojeno předávací místo pro dodávku energie do DS ČEZ a.s. Technické řešení přípojky je nutné zpracovat v případné prováděcí dokumentaci.

Získaný výkon z jednotlivých sestav FV panelů bude ze stejnosměrného napětí transformován střídači (invertory) na třífázové střídavé napětí 3x230V, 50Hz, které bude automaticky přes rozvaděče RAC nafázováno k síti (fázím L1, L2 a L3) napojením do hlavního rozvaděče trafostanic 0,4/6kV. Nafázování bude zajišťováno jednotlivými střídači, které zároveň zajišťují vlastní automatické odpojení v případě ztráty napětí tj. nedodávají do sítě žádné (nebezpečné) napětí v případě výpadku hlavní napájecí sítě NN. Elektrická energie vyrobená fotovoltaickými panely bude dodávána přes tyto střídač-měniče do rozvaděče sítě 0,4kV NN a následnou transformací bude převedena na hladinu 6kV. V těchto síťových systémech nedochází k akumulaci elektrické energie.

Kabelové trasy NN:

Silnoproudé propojení a kabelové trasy jsou provedeny měďnými, k tomuto účelu určenými solárními kabely typu FLEX-SOL a dále Cu kabely CYKY, CYA. Pro datové připojení jsou navrženy měděné sdělovací kabely LAM TWIN FTP 4x2x0,5 CAT5E. Připojovací konektory - lze použít např. MC 4 (IP 65) s ochranou proti záměně polarity. Venkovní kabely jsou vedeny v elektroinstalačních trubkách a svazkovány ke kovové nosné konstrukci FV panelů. Hlavní kabelové přívody do rozvaděče RH trafostanice jsou uloženy v chráničkách. Dle ČSN 33 2000-5-52 je nutné dodržet minimální odstup

slaboproudých vedení od silnoproudých rozvodů. Kabelové rozvody jsou provedeny tak, aby neztěžovaly nebo neznemožňovaly údržbu, opravy a výměny jednotlivých dílů technologického zařízení FV systému. Celkové provedení kabelových rozvodů musí odpovídat zejména ČSN 33 2000-5-52 a barevné značení vodičů ČSN 33 0165. Jednotlivé kabely jsou na koncích a v určených místech v trase označeny štítky (číslo ozn., typ kabelu, odkud-kam, délka). Alternativně je vhodné používat kabely odolné vůči vyšším teplotám např. kabely řady LAPPTHERM® SOLAR plus s trvalou teplotní odolností +120°C (vyhovující požadované normě TÜV).

Realizace nosných a úchytných konstrukcí na řešeném pozemku:

Systém solárních panelů bude umístěn na nosných systémových statických hliníkových konstrukcích například německého výrobce Schletter GmbH. Konstrukce budou kotveny pomocí systémových statických kotvicích prvků výrobce konstrukce. Výrobce dodává různé typy konstrukcí a jejich kotvení. Konkrétní typ konstrukce je určen na základě geostatického průzkumu tak, aby splňoval požadavky na statiku při zachování ekonomické výhodnosti. Nyní navrhuji systém FS (kotvení pomocí zatlučených pilotů) který musí potvrdit geologický průzkum v místě stavby. Pokud tento průzkum ukáže na nemožnost použití systému FS, bude na základě tohoto průzkumu navržen systém PV Max3 (kotvení pomocí betonových panelů, položených na povrchu), popřípadě systém PV Combi (jedná se o PV Max3, kde jsou konstrukce ukotveny na odlehčených betonových deskách a pro navýšení statické odolnosti systému jsou jednotlivé řady mezi sebou pospojovány hliníkovými profily). Geologický průzkum zajišťuje výrobce konstrukcí a pokud je výrobce zároveň dodavatelem, je tento průzkum zdarma. Na tyto kotvicí prvky jsou připevněny profily vlastní konstrukce. Samotné uchycení FV panelů je řešeno pomocí panelových příchytů, které jsou připevněny k profilu šroubovými spoji.



Obrázek 13: Konstrukce pro FV panely včetně hromosvodu

Zabezpečení objektu FVE:

Celý pozemek areálu bude z důvodu zabezpečení a ochrany technologie oplocen. Pro zabezpečení proti vniknutí neoprávněných osob bude řešena perimetrická ochrana (infrabariery, MW bariery, popř. detekční kabely) v kombinaci s kamerovým systémem. Kamerový systém bude vybaven IR reflektory pro noční vidění. Dále budou na stožárech kamerového systému instalovány reflektory ovládané systémem EZS a CCTV tak, aby v případě zásahu bylo zajištěno osvětlení narušené části objektu. Systém lze doplnit předmětovou ochranou panelů pomocí detekčního kabelu instalovaného na konstrukcích panelů. Tento kabel detekuje mechanické vzruchy vznikající při pokusu o manipulaci s panely. Výstupy systému EZS i CCTV budou přenášeny do místa trvalé obsluhy. Po dokončení prací je žádoucí vhodným způsobem minimalizovat vznik prašnosti v objektu. Střídače FVM 17 mají krytí IP65 vhodné pro venkovní montáž a jejich velkou výhodou je pasivní chlazení bez použití ventilátorů – vyšší životnost v prašném prostředí.

NÁKLADOVÁ BILANCE

Tabulka 13: Nákladová bilance FVE Račiněves

Materiál	Počet	Jednotky	Cena/ks	Celkem
FV panel polykrystal Aleo 225Wp	5992650	W	1,98	11865447,00
Měnič PVM 17	386	ks	4300,00	1659800,00
Sinvert Webmonitor	5	ks	680,00	3400,00
Sunny sensor box	5	ks	340,00	1700,00
Kabel Solar 6 mm	50000	m	1,15	57500,00
Konektory MC 6 mm	4680	ks	1,73	8073,00
Konstrukce Schletter	5992,65	kW	450,00	2696692,50
Celkem EUR /kurz 25,7 za 1 Kč/				16292612,50
Celkem Kč materiál				418720141,25
Přípojka 6 kV + napojení 110 kV, měření, kompenzace				11000000,00
Oplocení				1125000,00
Montáž zařízení				16600000,00
Elektroinstalace				15289800,00
Zemní práce				7576000,00
Zemnicí síť, hromosvod				2940000,00
Přepětíové ochrany Dehn				400000,00
Ostatní náklady				2260000,00
Celkové náklady Kč				475910941,25
Celkový výkon				5992,65
Celkové náklady Kč na 1 kWp				79415,77

Výše uvedená nákladová bilance vychází z dostupných informací dodavatelů a byla vypracována k 29.1.2010. Ceny jednotlivých komponentů se díky velkému rozvoji fotovoltaiky neustále snižují. Při realizaci větších fotovoltaických celků jsou cenové hladiny komponentů na 1 kWp nižší. Je vhodné vždy zvolit správný poměr zastavěnosti pozemku. Při umístění většího množství FV panelů na pozemek může docházet k jejich vzájemnému stínění (především zimní měsíce, kdy je Slunce nad horizontem nejnižší). Zastínění i malého množství článků na FV panelu může vést ke snížení výkonu panelu na minimum.

Výkonová bilance (výkon získané el. energie) navržené sestavy FVE :Střídače Siemens SINVERT PVM17

Max. účinnost střídače:	> 97 %
Natočení panelů	J 0st.
Úhel sklopení panelů	30 st.
Celkový instalovaný výkon:	5992,65 kWp

Výkon připojený do sítě (zdroj pro výpočet – PVGIS):

Lokalita: 50°22'24" North, 14°14'9" East, Elevation: 216 m n.m.

Nominální výkon FV systému: 5992,65 kW

Odhadované ztráty vlivem teploty: 7,7 % (s použitím database teplot)

Odhadované ztráty vlivem úhlové odrazivosti: 3,1 %

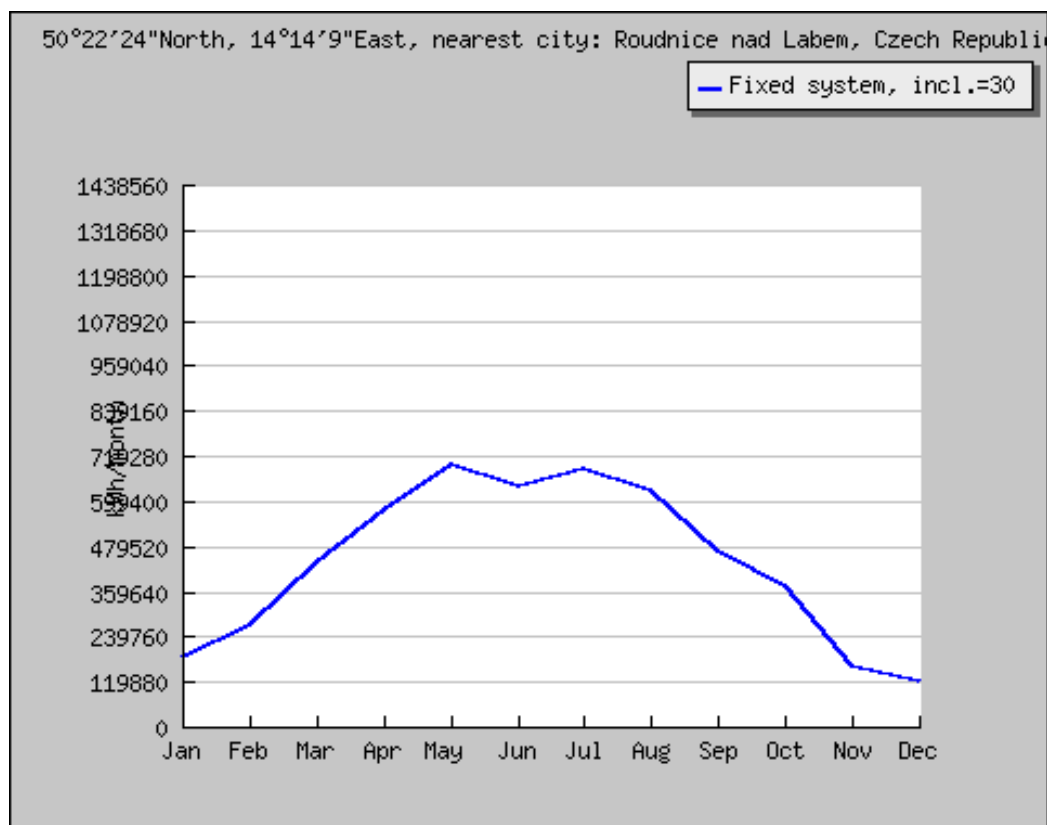
Předpokládané ztráty (na invertorech, kabelech, atd.): 14,0 %

Celkové odhadované ztráty FV systému: 23,1 %

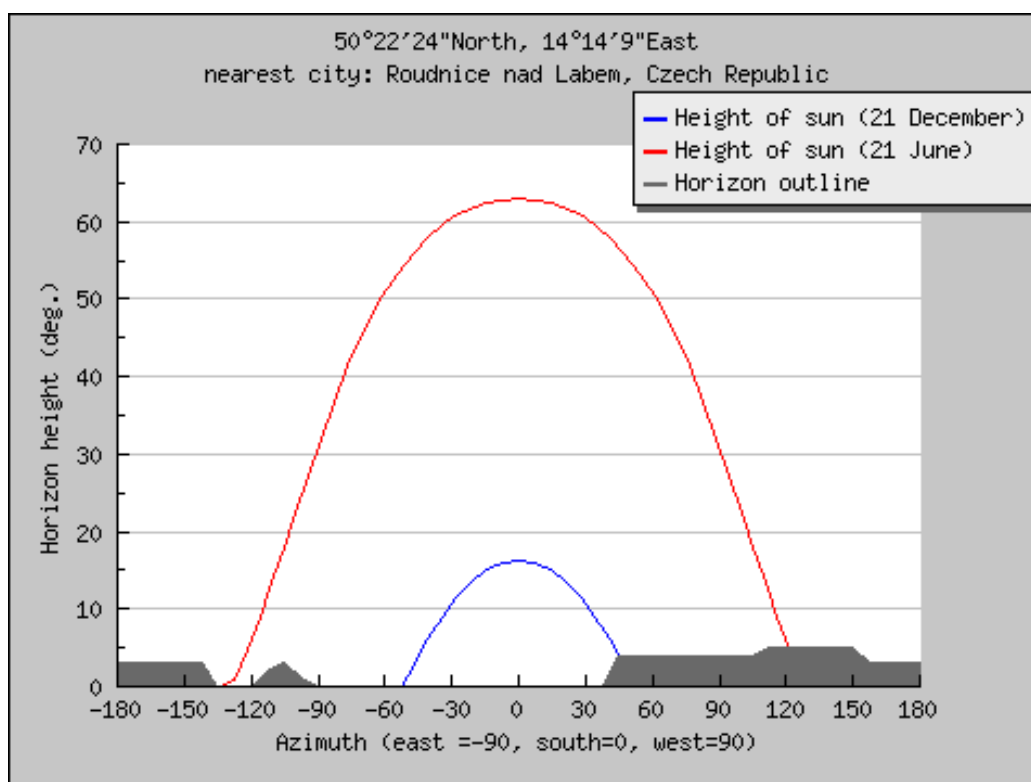
Tabulka 14: Odhadovaná roční výroba kWh v jednotlivých dnech a měsících [17]

Měsíc	Denní výroba kWh	Měsíční výroba kWh
Leden	5850	181000
Únor	9690	271000
Březen	14100	438000
Duben	19200	575000
Květen	22400	695000
Červen	21200	636000
Červenec	22100	685000
Srpen	20200	627000
Září	15400	463000
Říjen	12100	376000
Listopad	5450	163000
Prosinec	3870	120000
Celkem za rok kWh		5230000 kWh

Předpokládaná roční výroba 5 230 000 kWh je jedním z hlavních ukazatelů pro sestavení ekonomické návratnosti vložené investice.



Obrázek 14: Sluneční osvit po měsících (kWh za měsíc) [17]



Obrázek 15: Horizont [17]

4 TECHNICKO – EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

4.1 Technické zhodnocení navrhovaného řešení

Technologie výstavby **fotovoltaické elektrárny** je ve své podstatě stavebnicí, kterou lze sestavit aktuálně z nejnovějších a cenově zajímavých komponentů.

Jednotlivými komponenty jsou :

- Fotovoltaické panely o požadovaném výkonu
- Střídač vhodný pro tento výkon
- Rozvaděč s elektroměrem
- Stejnosměrná kabeláž
- Schéma zapojení [26].

Mnou navržená kombinace těchto komponentů odpovídá svými parametry dané lokalitě a navrženému výkonu elektrárny.

Typ navržené nosné konstrukce nebrání vzrůstu trvalého travního porostu a území může být využíváno jako pastvina. Systém FS (kotvení pomocí zatlučených pilotů) umožňuje krátkou dobu montáže a dostupnost při péči o pozemek. Při použití tohoto systému není nutné žádné zpevnění půdy [31].



Obrázek 16: Pilotový profil

Jako základ se používá pilotový profil, který je k dispozici v šesti různých velikostech. Geometrie tohoto profilu byla příslušně optimalizována podle statických a dynamických zatížení [31].



Obrázek 17: Podpěrná jednotka a příčné nosníky

Podpěrná jednotka je vytvořena podle velikosti modulového stolu jako jednotlivá podpěra i jako příhradová podpěra. Montáž se provádí vždy na základu. Tím jsou optimálně uvedeny v soulad lehkost hliníku a velká tuhost žárově pozinkované oceli. Díky průchozímu profilu není vytvářeno žádné přidavné stykové místo, které by mohlo vést k vícenákladům nebo ke korozi. Příčné nosníky - ve všech profilech jsou integrovány odpovídající upevňovací drážky, které usnadňují montáž - jsou upevněny na opěrných jednotkách pomocí speciálních montážních prvků. Používá se osvědčený upevňovací systém Klick. Tento navržený systém musí být potvrzen geologickým průzkumem [31].

4.2 Ekologické zhodnocení navrhovaného řešení

Ochrana zemědělského půdního fondu a životního prostředí:

Fotovoltaická elektrárna na tomto území je navrhována jako stavba dočasná (stavební úřad předem omezí dobu jejího trvání) s dobou životnosti systému 25 let. Vzhledem k tomu, že se jedná o nevýrobní charakter řešené technologie a celá stavba má být umístěna na pozemku vytěžené pískovny, by tato stavba neměla mít jiné negativní vlivy na okolní krajinu. Na životní prostředí má výrazně pozitivní dopad.

Při výstavbě systému jsou kotevní piloty pro vlastní konstrukce a případné technologické kontejnery zavrtány přímo do půdy, popř. se k ukotvení použijí betonové bloky. Po ukončení provozu (životnost cca 25 let) jsou stejným způsobem demontovány s minimálním zásahem do půdy. Při provádění zemních výkopů pro uložení kabelů, systému zemnění a podobně, jsou v místech s travním porostem sejmuty drny a zemina odebrána po vrstvách. Po položení kabelů je opětovně výkop zahojen po vrstvách

jednotlivě zhutněných a dotčené plochy uvedeny do původního stavu. Celý systém je navržen tak, aby neznemožňoval běžnou údržbu pozemku a celé instalace. Během výstavby je žádoucí zajistit, aby nebyla překračována hlučnost a byla na co nejmenší míru omezena prašnost při provádění stavby.

Enviromentální vyhodnocení

Přínos fotovoltaických zdrojů elektrické energie k ochraně klimatu a životního prostředí je nezanedbatelný. Přeměna sluneční energie v elektrickou je ekologicky čistá, neprodukuje žádný toxický odpad, plyn, popílek ani hluk. Jeden kW instalovaného výkonu fotovoltaického systému ušetří ročně přibližně 850 kg emisí CO₂. Energetická návratnost (poměr energie na výrobu fotovoltaických panelů a jejich vyrobené energie za dobu své životnosti) se stále snižuje. V současnosti se tato návratnost pohybuje mezi 1,5 až 3 roky, při dlouhé a prakticky bezúdržbové životnosti FVE přesahující 30 let [35].

Hlavním enviromentálním přínosem FVE je snižování škodlivých emisí v prostředí. Jedná se o snižování emisí tuhých látek, SO₂, NO_x, CO a CO₂. Vyhodnocování úspor se provádí porovnáním nespáleného konkrétního paliva vlivem výroby ekologicky čisté elektrické energie.

Výpočet emisí CO₂ ze spalování fosilních paliv:

Emisní faktory uhlíku uvádí množství uhlíku, respektive oxidu uhličitého, připadajícího na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory uhlíku jsou definovány jako všeobecné nebo místně specifické. Místně specifický emisní faktor je stanovený na základě složení místního paliva, které je používáno pro zabezpečení energetických potřeb konkrétního projektu. Standardně doporučené hodnoty pro nedopal (tuhého paliva) jsou 0,02 (tj 2 %). Všeobecný emisní faktor oxidu uhličitého pro elektřinu je dle vyhlášky č. 425/2004 Sb. uvažován 1,17 t CO₂/MWh elektřiny [13].

Nejvýznamnější přínos pro životní prostředí spočívá ve snížení emisí CO₂. Dle výše uvedených údajů se v tomto konkrétním případě jedná o snížení emisí CO₂ v objemu **6119** tun za rok.

4.3 Ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení

Pro ekonomické vyhodnocení navrhovaného řešení přikládám ekonomickou bilanci (viz příloha č. 6 této práce). Byla sestavena k 29.1.2010 a uvažuje s následujícími parametry:

- Celkové investiční náklady
- Celková předpokládaná výroba energie v kWh /včetně poklesu o 0,8 % za rok/
- Výkupní cena za kWh / 20 let garantovaný výkup/
- Odhadované provozní náklady
- Pojištění
- Opravy a revize
- Náklady na ostrahu
- Mzdy
- Mimořádné zřizovací náklady

Výkupní ceny elektřiny se v ekonomické bilanci meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců o 2 % (dle platné legislativy popsané v kapitole 3.4.1).

Rozhodující parametr pro výpočet návratnosti investice je skutečný výkon FV systému, který není možné vypočítat zcela přesně. Je ovlivněn mnoha faktory, které nelze vždy předvídat. Odhadovaná výroba elektrické energie v navrhované FVE Račiněves činí 5 230 000 kWh za rok. Výpočet byl proveden dle dostupného zdroje PVGIS [17]. Při přípravě realizace takového projektu se vypracovává podrobný energetický audit, který přesněji určí pomocí výpočtových metod celkový výkon na daném území. V případě financování FVE formou bankovního úvěru tvoří energetický audit nezbytnou přílohu žádosti o úvěr [21]. V praxi je ekonomická návratnost dále ovlivněna náklady na financování formou úvěru a nutností vypracovat odborné posudky, které tvoří nezbytnou součást přípravy investičního záměru tohoto rozsahu.

Dalším důležitým parametrem pro návratnost vložených prostředků je nastavení legislativních podmínek a různých dotací. V poslední době jsou tyto podmínky pro investory výhodné. Vláda vzhledem k závazku ČR docílit 8% podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů do roku 2010 zvýšila výkupní ceny těchto energií. Současný prudký pokles nákladů na pořízení FV systémů umožňuje rychlou návratnost investice.

5 ZÁVĚR

Rekultivace a obnova krajiny po dobývání je proces, který musíme hodnotit v dlouhodobější perspektivě. Na začátku třetího tisíciletí se stalo jedním z klíčových problémů naší společnosti zásobování energií. Využívání obnovitelných zdrojů energie přispívá k novému způsobu rozvoje lidské společnosti, který uvádí v soulad hospodářský a společenský pokrok s plnohodnotným zachováním životního prostředí.

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout vhodný způsob rekultivace ložiska Račiněves po ukončení dobývání. Záměrem vybudování fotovoltaické elektrárny na území dotčeném těžbou jsem tento cíl splnila. Jedná se o efektivní využití krajiny, která v původním záměru měla být navrácena zemědělskému využívání. Vybudování fotovoltaické elektrárny na pozemcích dotčených těžbou dává rekultivaci nový rozměr. Získává hodnotu nejen pro naši, ale i budoucí generaci v ekologicky šetrné výrobě energie.

Dílčím cílem mé práce bylo vytvoření ekonomické bilance nového návrhu rekultivace a zhodnocení přínosu této varianty pro životní prostředí. Splnění stanoveného dílčího cíle dokumentuje ekonomické a ekologické zhodnocení, které je uvedeno v kapitolách 4.2 a 4.3 této práce.

V rámci ekonomického zhodnocení byla vytvořena ekonomická bilance FVE Račiněves (příloha č. 6), která ukazuje na rychlou návratnost vložených prostředků.

Přínos fotovoltaické elektrárny pro životní prostředí je nesporně velmi pozitivní. Ať už se jedná o úsporu obnovitelných zdrojů energie, nebo snižování emisí škodlivých látek v ovzduší. Z výsledků v kapitole 4.3 vyplývá, že největší enviromentální přínos výstavby FVE Račiněves spočívá ve snížení emisí CO₂ v objemu 6 119 tun za rok.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1 KÁMEN ZBRASLAV, SPOL. S R.O. *Roční výkaz báňsko-technických a provozních údajů za rok 2009 – Hor (MPO) I-01*. Praha, 2010
- 2 KRYL, Václav a kol.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. Ostrava VŠB – Technická univerzita Ostrava, 1997. 282 s. ISBN 80-7078-396-6.
- 3 KRYL, Václav; FRÖHLICH, Emil; SIXTA, Jan. *Zahlázení hornické činnosti a rekultivace*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2002. 79 s. ISBN 80-248-0111-6.
- 4 MĚCHUROVÁ, J. *Návrh cílové sanace a rekultivace ložiska vápenců Úpohlavy-Chotěšov*. Bakalářská práce VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. 46 s.
- 5 MPC S.R.O. *Roční výkaz báňsko-technických a provozních údajů za rok 2007 – Hor (MPO) I-01*. Praha, 2008
- 6 MPC S.R.O. *Roční výkaz o pohybu a stavu zásob výhradních ložisek nerostných surovin za rok 2007 – Geo (MŽP) V 3-01*. Praha, 2008.
- 7 STARÝ, L. *Plán likvidace lomu v dobývacím prosotru Račněves*. Račněves, 2007. 6 s.
- 8 TABERG PRAHA S.R.O. *Plán otvírky, přípravy a dobývání ložiska štěrkopísku Račněves*. Praha, 1995. 32 s.
- 9 TABERG PRAHA S.R.O. *Souhrnný plán sanace a rekultivace pozemků dotčených těžbou (SPSR)*. Praha, 1999. 41 s.
- 10 ČSN ISO 690. *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- 11 ČSN ISO 690-2. *Informace a dokumentace: bibliografické citace. Část 2, Elektronické dokumenty nebo jejich části*. Praha: Český normalizační institut, 2000. 22 s.
- 12 *Směrnice č. 2/2008 děkana Ekonomické fakulty VŠB-TU Ostrava pokynech pro zpracování diplomové práce*, [cit. 2008-09-29]. Dostupné na WWW: http://www.hgf.vsb.cz/shared/uploadedfiles/hgf/HGF_SME_08_002_ZpracovaniDiplomovePrace.pdf.
- 13 *Vyhláška č. 425/2004 Sb. ze dne 29. června 2004, kterou se mění vyhláška č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu*
- 14 *Zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)*, ve znění pozdějších předpisů.
- 15 *Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě*, ve znění pozdějších předpisů

- 16 European Commission Joint Research Centre. *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*. Brussels, 2007. Dostupné na WWW:
<<http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/pvest.php?lang=sk&map=europe>>
- 17 European Commission Joint Research Centre. *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)* Dostupné na WWW:
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php#>
- 18 www.atlaspodnebi.cz
- 19 www.aleo-solar.com
- 20 www.chmu.cz
- 21 www.heliostech.cz
- 22 www.hqsolar.cz
- 23 www.jns.cz
- 24 www.kamen-zb.cz
- 25 www.mpo.cz
- 26 www.nemakej.cz
- 27 www.protection.cz
- 28 www.solarhaus.cz
- 29 www.solarni-energie.info
- 30 www.sollaris.cz
- 31 www.solar.schletter.de
- 32 www.sol-tech.cz
- 33 www.tzb-info.cz
- 34 www.vksolar.cz
- 35 www.ztcenergy.com

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1:	Pohled na pískovnu Račiněves.....	1
Obrázek 2:	Letecký snímek ložiska štěrkopísků Račiněves	3
Obrázek 3:	Semimobilní úpravna a mobilní úpravárenská linka EXTEC 5000 TURBO	5
Obrázek 5:	Pozemky mohou být využívány jako pastvina.....	24
Obrázek 6:	Roční úhrn slunečního záření [30]	27
Obrázek 7:	Orientace a sklon FV panelů mají vliv na jejich výkon [26]	30
Obrázek 8:	Mapka lokality výstavby FVE	31
Obrázek 9:	Průměrné hodnoty energie v kWh dopadajícího slunečního záření za rok na 1 m ² horizontálního povrchu (na základě ČHMÚ)	32
Obrázek 10:	FV panely ALEO S18/225	36
Obrázek 11:	FV panely ALEO S18/225 na konstrukci	36
Obrázek 12:	Střídač (měnič napětí) typ SINVERT PVM 17[23].....	39
Obrázek 13:	Konstrukce pro FV panely včetně hromosvodu.....	42
Obrázek 14:	Sluneční osvit po měsících (kWh za měsíc) [17].....	45
Obrázek 15:	Horizont [17].....	45
Obrázek 16:	Pilotový profil	46
Obrázek 17:	Podpěrná jednotka a příčné nosníky	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1:	Stav sanací a rekultivací za rok 2009 [1]	11
Tabulka 2:	Teoretické bilance výhodnosti polohy FV panelů [16]	32
Tabulka 3:	Energie globálního záření na povrch ($\text{kWhm}^{-2}\text{rok}^{-1}$) v ČR [16]	32
Tabulka 4:	Elektrina vyrobená FV moduly (kWh rok^{-1} pro 1kWp) s náklonem v ČR [16]	33
Tabulka 5:	Energie globálního záření na povrch ($\text{kWhm}^{-2}\text{rok}^{-1}$) - Ústecký kraj [16]	33
Tabulka 6:	Elektrina vyrobená FV moduly (kWh rok^{-1} pro 1kWp) s náklonem – Ústecký kraj [16]	33
Tabulka 7:	Základní údaje pro využívání sluneční energie [16]	33
Tabulka 8:	Sklon a orientace panelů [16]	33
Tabulka 9:	Optimální sklony panelů pro jednotlivé měsíce [16]	34
Tabulka 10:	Elektrická data použitých fotovoltaických panelů ALEO S18/225 [19]	35
Tabulka 11:	Dimenze použitých FV panelů [19]	35
Tabulka 12:	Střídač (měnič napětí) typ SINVERT PVM 17 [23]	38
Tabulka 13:	Nákladová bilance FVE Račiněves	43
Tabulka 14:	Odhadovaná roční výroba kWh v jednotlivých dnech a měsících [17]	44

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Převzatá mapa lomu (Účelová mapa lomu)
Příloha 2	Převzatá mapa rekultivací (Mapa rekultivací)
Příloha 3	Řez rekultivovaným terénem
Příloha 4	Polohopisné schéma FVE
Příloha 5	Polohopisné schéma FVE ortofotomapa
Příloha 6	Ekonomická bilance FVE Račiněves